Diss. ETH Nr. 12218

Usability Engineering:

Der Entwicklungsprozess für benutzungsfreundliche interaktive Systeme

-

Fallbeispiele aus der software-ergonomischen Praxis zur benutzungsfreundlichen Gestaltung von Anwendungen für ungeübte Benutzer

ABHANDLUNG

zur Erlangung des Titels

DOKTOR DER NATURWISSENSCHAFTEN

der

EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZÜRICH

vorgelegt von

DANIEL FELIX
Dipl. Natw. ETH

geboren am 22. Juli 1961
von Feldis (GR)

Angenommen auf Antrag von:

Prof. Dr. Dr. H. Krueger, Referent
Prof. Dr. P. Schönsleben, Korreferent

1997

Leer - Vide - Empty

Meinen Eltern gewidmet

Leer - Vide - Empty

Danksagung

Die vorliegende Schrift ist das Produkt längerer Arbeit, die nur durch die Mithilfe von vielen Menschen möglich war, denen ich zu danken habe.

An erster Stelle steht mein Doktorvater und Mentor Prof. Dr. Dr. H. Krueger, der mich am Institut aufgenommen und mir während meiner Zeit am Institut mit guten Ideen und vor allem mit viel Verständnis geholfen hat, zu einer selbständigen Arbeitsweise zu finden. Ihm danke ich für alles, das ich von ihm lernen durfte, wie auch für sein Vertrauen, das er in mich gesetzt hat. Danken möchte ich auch Herrn Prof. Schönsleben, der bereitwillig das Korreferat übernommen und mit wertvollen Anregungen zum Gelingen der Arbeit beigetragen hat.

Weiterhin möchte ich allen Institutsangehörigen danken, die mich über die langen Jahre ertragen und mit viel Freundschaft unterstützt haben. Speziell genannt seien hier Dr. Werner Graf, der mir die Software-Ergonomie näher gebracht hat, Dr. Thomas Meloni, der mit ermunternden Worten vor allem in der Endphase viel zum guten Gelingen beitrug, Dr. Jürg Fehlmann, dessen Freundschaft mir auch unter der Wasseroberfläche sehr wertvoll ist sowie meinen Mitarbeitern Dr. Sissel Guttormsen Schär und Greg Breinholt, die mir viel Freude und Erfahrungen beschert haben. Ein Dank sei auch Dr. Marino Menozzi ausgesprochen, der mich all die Jahre am Institut humorvoll begleitet hat, und der mir in der Zeit meiner Arbeit als Gruppenleiter stets hilfreich beistand. Ein besonderer Dank unserem Leiter des mechanischen Labors, Hanspeter Honegger. Sein Humor hat mich über verschiedene Tiefen im Leben hinweggerettet.

Weiterhin danke ich all denen, die mit ihren Beiträgen direkt oder indirekt zu dieser Arbeit beigetragen haben. Hier ist vor allem Werner Sturzenegger zu nennen, der mit mehreren Arbeiten im Rahmen seines Studiums und später als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Projekt "Deutsche Bundesbahn" mitgearbeitet hat, und mit seiner fröhlichen und unkomplizierten Art ein guter Freund geworden ist. Weitere Studentengruppen und einzelne Studenten haben wesentliches beigetragen, ihnen sei in Globo gedankt.

Aber auch ausserhalb der Hochschule bin ich unterstützt worden in meinen Taten. Ich möchte einen speziellen Dank an meinen langjährigen Freund Dr. Thomas Bührer und seine Frau Susann richten. Ohne sie wäre ich vermutlich noch lange an meiner Arbeit! Weiterhin danke ich Stefan und Agnes Christinger für die freundnachbarschaftliche Unterstützung. Thomas und Stefan danke ich zudem herzlich für die sorgfältige Durchsicht des Manuskripts. Und last but not least: Ein herzliches Dankeschön meinen Eltern, die mir das Studium ermöglicht und immer an mich geglaubt haben.

Die vorliegende Arbeit wurde in weiten Teilen von der Firma Ascom Autelca und der KWF (Kommission zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung, Projekt 1812.1) unterstützt.

Leer - Vide - Empty

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung 9

Summary 11

1 Einleitung 13

2 Qualitätssicherung 19

2.1 Einführung 19

2.2 Der Qualitätsbegriff 21

2.3 Konzepte der Qualitätssicherung 25
2.3.1 Total Quality Management und KAIZEN 27
2.3.2 Quality Function Deployment 33
2.3.3 ISO 9000 35
2.3.4 Weitere Konzepte 37

2.4 Anwendung auf Software 39

2.5 Umsetzung 41

3 Software-Ergonomie 43

3.1 Grundlagen und Definitionen 43
3.1.1 Technischer Schwerpunkt 43
3.1.2 Kognitiv-psychologischer Schwerpunkt 44
3.1.3 Arbeitspsychologischer Schwerpunkt 45

3.2 Benutzerwissen 46

3.3 Entwicklungsverfahren 47

4 Benutzungsfreundlichkeit 48

5 Experiment Zürcher Verkehrsverbund 57

5.1 Hardware 57
5.1.1 Allgemeines 57
5.1.2 Umsetzung auf einen Automaten 60

5.2 Software 61
5.2.1 Allgemeines 61
5.2.2 Umsetzung auf einen Automaten 62

5.3. Bedienungskonzept 66
5.3.1 Voraussetzungen 66
5.3.2 Ziel-Preis-Codierung 67

5.4 Umsetzung ergonomischer Konzepte 68
5.4.1 Gemeinsame Elemente der beiden Lösungen 69
5.4.2 Gestaltung von Automat A 70

5.4.3 Gestaltung von Automat B 71
5.4.4 Wahlvorgehen für die einzelnen Billettkategorien 73

5.5. Experimente 75
5.5.1 Laborversuche 77
5.5.2 Realer Feldversuch 81
5.5.3 Zusammenfassende Diskussion 86

5.6 Schlussfolgerungen 88

6 Experiment Deutsche Bahn AG 90

6.1 Bestandesaufnahme von bestehenden Automaten 90

6.2 Problemanalyse 91
6.2.1. Archetypen 94

6.3 Experimente 94
6.3.1 Eingabemedium Touchscreen (Touchfeldgrösse) 94
6.3.2 Zahleneingabe 99
6.3.3 Datum 102
6.3.4 Zielwahl 105
6.3.5 Layout (Designübung) 111
6.3.6 Benutzungsstrategie 118

6.4. Schlussfolgerungen 125

7 Folgerungen für Usability Engineering 129

7.1 Der Entwicklungsprozess 129

7.2 Konkrete Ergebnisse 133

7.3 Ergebnisse zum Entwicklungsprozessablauf 135

7.4 Ausblick 136

8 Literatur 137

Lebenslauf 145

Zusammenfassung

Die Marktsituation zum Verkauf von Produkten und Dienstleistungen wird infolge der zunehmenden Konkurrenzsituation und der Wirtschaftslage immer schwieriger. Innovation ist nötig, um Marktvorteile zu schaffen. Die zunehmende Technologisierung mit der Verbreitung von mikroprozessorgesteuerten Geräten hat für den Benutzer zudem zu einer Verunsicherung geführt, weil ganze Generationen praktisch über Nacht mit Techniken und Möglichkeiten konfrontiert wurden, die für sie absolut neu und mit deren Möglichkeiten sie absolut unvertraut sind.

Die Ergonomie wurde bislang vor allem im *Hardware*-Bereich als Verkaufsargument eingesetzt, um im Sinne der Arbeitserleichterung sowohl im professionellen wie im Heimbereich für ein einfacheres, effizienteres und sichereres Arbeiten zu sorgen. Handgeräte, Büroeinrichtungen oder Führerstände als Beispiele für Anwendungsgebiete der klassischen Hardware-Ergonomie lassen sich mit physiologischen Parametern relativ gut definieren und sind seit über fünfzig Jahren Gegenstand der Forschung und Entwicklung. Im Bereich der *Software* resp. der Bedienung von Geräten mit erheblichem Anteil an Mikroelektronik ist die Forschung jung, und das Bewusstsein für die Problematik ist in der Industrie noch nicht weit fortgeschritten. In diesem Bereich spielen kognitive und psychologische Aspekte eine grosse Rolle; im Unterschied zur Hardware-Ergonomie sind *dynamische* Prozesse, das Verständnis von Abläufen sowie das Überschauen von Strukturen wie z.B. Menüstrukturen entscheidend. Gerade dieser Bereich wird in Zukunft immer mehr an Bedeutung gewinnen. Deshalb ist es wichtig, sich hierüber vermehrt Gedanken zu machen.

Ziel der Arbeit ist es, die Anwendbarkeit ergonomischer Kriterien sowie die Kenntnisse der Mensch-Maschine resp. Mensch-Computer Interaktion auf Systeme im öffentlichen Bereich zu untersuchen. Daneben gilt es, einen für praktische, industrierelevante Projekte gültigen Entwicklungsprozess zu definieren, der sowohl benutzungsorientiert als auch wirtschaftlich ist. Der Einbezug des Benutzers in den Entwicklungsprozess wird immer wesentlicher, da die Benutzungsfreundlichkeit ein wichtiges Kaufargument wird, wobei die Berücksichtigung dieses Aspektes nicht zu höheren, sondern besser zu geringeren Entwicklungskosten führen soll.

Eine spezielle Problematik besteht im Bereich der Automation im öffentlichen Bereich. Hier besteht zum einen eine gewisse Monopolstellung des Betreibers, da nur er diese Dienstleistung anbietet, sowie zum anderen die Benutzung nicht ganz freiwillig erfolgt, da es zur angebotenen Dienstleistung meist keine Alternative gibt. Anhand von zwei Beispielen von Fahrscheinautomaten für den öffentlichen Verkehr wird aufgezeigt, wo die Probleme bei der Gestaltung der Benutzungsoberfläche von solchen interaktiven Systemen liegen, wie sie bewältigt werden können und weshalb die Berücksichtigung dieser Aspekte auch wirtschaftliche Vorteile mit sich bringt.

Ein idealer Entwicklungsprozess wird vorgeschlagen und in den Projekten auf seine Durchführbarkeit geprüft. Die beiden Beispiele sind aus dem Bereich der öffentlichen Dienstleistungs-Automation, wo sich *ein* Problem besonders deutlich manifestiert: Der Hersteller verhandelt bei der Entwicklung in der Regel nicht mit dem *Anwender* (dem Endkunden) sondern mit dem *Käufer* der Systeme (dem Betreiber). Deren unterschiedlichen Bedürfnissen muss aber Rechnung getragen werden. Der resultierende Vorteil ist offensichtlich: gemäss gängigen Qualitätssicherungsmassnahmen (z.B. TQM, QFD) sollen Aspekte des Kunden*nutzens*, Kunden*zufriedenheit* und

-erwartungskonformität die Hauptziele der Produktion sein, die mit einem geeigneten Vorgehen auch tatsächlich erreicht werden können. Der Einbezug des Benutzers in den Entwicklungsprozess (*partizipative Entwicklung*) wird auch in der Ergonomie schon lange gefordert, und muss zur Erfüllung der Ansprüche eingesetzt werden.

Es wird in dieser Arbeit einerseits aufgezeigt, wie die Benutzer konkret in den Entwicklungsprozess einbezogen werden können, andererseits wird eine verallgemeinerte Vorgehensweise für die Durchführung von solchen Projekten entwickelt. Ein *iterativer* Ablauf mit Einbezug der Entwickler, des Marketings/Verkaufs sowie der Endkunden soll das optimale Produkt gewährleisten.

Im ersten Projekt wird der Entwicklungsweg für einen Billettautomaten beschrieben, dessen Benutzungsoberfläche noch weitgehend von mechanischen Gesichtspunkten bestimmt ist. Varianten der Zielcodierung werden diskutiert, und zwei Lösungen für die Oberfläche im Labor und im Feld mit echten Benutzern untersucht. Eine Lösung basiert auf einer DIN-Norm (DIN 30 795), die andere stützt sich auf ergonomisches Wissen und lokale Gegebenheiten (bestehende Billettautomaten, Stereotypien des Verhaltens). Die Ergebnisse der Versuche zeigen, dass ein Bedienungskonzept, das sich an den Bedürfnissen und Fähigkeiten der Benutzer orientiert, einem rein normativ bestimmten überlegen ist und zu einer wesentlich grösseren Akzeptanz und höheren Erfolgsquote und damit zu einer höheren Wirtschaftlichkeit führt.

Im zweiten Projekt wird die Entwicklung einer Benutzungsoberfläche für einen Fahrscheinautomaten für den Fernverkehr der Deutschen Bahn AG (DB) beschrieben. Diese Benutzungsoberfläche ist im Gegensatz zu derjenigen im ersten Projekt eine reine Softwarelösung mit einem Touchscreen als Interaktionselement. Laborexperimente zu Teilaspekten wie Tastenfeldgrösse sowie Layout von Einzelaspekten wie Wahl des Start- oder Zielortes, Datumswahl oder die Wahl der Anzahl Reisenden werden beschrieben. Weiter werden gestalterische Aspekte der Bildschirm-Masken vergleichend geprüft, und zwei verschiedene Strategien der Benutzung (Schritt-für-Schritt Abarbeitung und freie Wahl des Bedienungsablaufs) in einem Feldtest untersucht. Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen: Die Laborversuche in der Entwicklungsphase beeinflussten die Feldversuche positiv. Die Feldversuche ihrerseits zeigten, dass ungeübte Benutzer bei erstmaliger Benutzung eine gute Führung benötigen, aber schnell mehr Freiheit im Ablauf der Benutzung verlangen.

Das Fazit der beiden Projekte lässt sich wie folgt zusammenfassen:

- Der in den Projekten entwickelte Projektablauf hat sich bewährt.
- Sowohl Labor- wie Feldversuche sind nötig, um ein vollständiges Bild von der Qualität eines Produktes für den Benutzer zu erhalten.
- Der Einbezug von Benutzern in den Entwicklungsprozess führt zu einer erhöhten Akzeptanz des Endproduktes.
- Die benutzungsorientierte Entwicklung führt zu besseren Produkten, die wiederum eine bessere Marktchance haben.

Die Grundsätze der Qualitätssicherung in solchen Projekten anzuwenden ist richtig und erfolgversprechend.

Summary

Due to the increase in competition and today's economic situation, the market situation for products and services is becoming more and more difficult. Innovation is needed to increase market shares. The increase in modern technology with the introduction of microprocessor controlled devices has made the end-users unsure. A whole generation has suddenly been confronted with new techniques and possibilities, which are completely new to them and to which they are not at all accustomed.

Until recently, ergonomics has mainly been used as a selling argument, especially for hardware systems. Reduction of work load and enabling simpler, more efficient and safer ways of working, for professional as well as home use were mentioned. Hand tools, office equipment or vehicle cockpits are examples of areas of applying classical hardware ergonomics that can be easily improved by utilising physiological knowledge, and have been a topic in research and development throughout the last fifty years. In the area of software the research on interaction with devices is scarce, and the consciousness for the difficulties has not yet developed sufficiently in industry. Contrasting with hardware ergonomics, cognitive and psychological aspects play a major part in this field of research. Dynamic processes, such as the understanding of procedures as well as menu structures are decisive. This area will especially gain a lot of importance in the near future, and for this reason it is important to think more about this topic.

The goal of this work is to analyse the applicability of ergonomic criteria as well as knowledge in the area of human-computer interaction to systems operated in public areas. It is further necessary to define a feasible, industrially applicable development process, which allows a user centred but also economic approach. User centredness is becoming a key issue, as user friendliness is gaining in importance for buyers. It is however of paramount importance that user centredness should not make product development more expensive.

Two examples of work are presented to show the problems of designing user interfaces of interactive systems, how they can be overcome, and why complying with these aspects is economically beneficial. The ideal development process is proposed, and checked in the projects for its applicability. The two projects are in the area of public technology, where problems of the users are most easily visible: the manufacturer of the device does very often not talk to the end-user, but to a system provider who buys and operates the system. But these different needs must be taken into consideration. The resulting advantage is obvious: according to quality assurance methods (e.g. TQM, QFD) aspects such as customer *gain*, customer *satisfaction* or conformation with customer *expectations* are key issues in production processes, which can actually be reached with an appropriate procedure. Involving the user into the development process (participative development) has been a long standing demand in ergonomics, and must be used to fulfil the need.

In this report, it will be shown how users can be specifically and beneficially involved in the development process. Additionally, a generalised approach to the structuring of industrial projects with the aim of maximal user acceptance with minimal additional cost will be developed. An iterative design with the involvement of representatives from marketing/sales, as well as actual customers or users should ensure the optimal product.

In the first project, the development process for a ticket vending machine is described. The user interface of this machine was mainly influenced by mechanical considerations. Different solutions for selecting the travel destination are discussed, and two solution for the user interface are tested in a laboratory and in a field trial with real users. One solution is based on a German DIN-standard (DIN 30 795), the other uses ergonomic facts and takes the local situation (existing ticket machines, stereotypes of usage) into consideration. The results of the experiments prove that a concept of usage, which is based on needs and capabilities of the users, is superior to a system which is solely based on standards. It reaches a higher degree of acceptance with the users and leads to a higher rate of success, which also implies a higher economic success.

In the second project, the development of an interactive ticket machine for the sale of long distance tickets for the German Railways (Deutsche Bahn AG) is reported. This user interface, in contrast to the one of the first project, is a pure software solution, using a touchscreen as input and output device. Several laboratory experiments of specific aspects such as size of keys on the screen, layout of aspects such as the selection of the starting point or the destination of a journey, selection of the date of travel or the selection the number of travellers are described. Further, design aspects of the screens are compared, and two strategies of working through the task (step-by step and free choice of procedure) are investigated in a field trial. The results can be summarised as follows: the laboratory experiments during the development process have influenced the field tests positively. The field tests themselves showed that inexperienced users first time need a strong guidance in the navigation, but very soon demand more flexibility.

The outcome of the two projects can be summarised as follows:

- The chosen course of project evolution has proven to be beneficial.
- Laboratory and field trials are equally necessary in order to get a complete image of the quality of a product for the users.
- User involvement/participation during the development process leads to a higher acceptance of the final product.
- User centred development leads to better products, which have a better chance on the market.

Applying the principles of quality management to such projects has proven to be beneficial and promising.

1 Einleitung

"Kenneth Olsen, the engineer who founded and still runs Digital Equipment Corp. confessed at the annual meeting that he can't figure out how to heat a cup of coffee in the company's microwave oven." (Aus: WALL STREET JOURNAL, 1988; zitiert in: NORMAN, 1988.)

Jeden Tag begegnet man heute Geräten, die von Mikroprozessoren gesteuert oder kontrolliert werden. Oft wird dies dem Benutzer oder Anwender gar nicht bewusst, da diese elektronischen Bausteine sehr diskret wirken. Meistens ist deren Auswirkung angenehm, verhelfen doch Mikroprozessoren vielen Geräten zu einer höheren Sicherheit (z.B. Überhitzungs- oder Überlastungsschutz, elektronische Drehzahlkontrolle bei Maschinen, ABS) oder zu einer besseren und vielfältigeren Einsetzbarkeit (z.B. programmierbare Videorecorder). Trotzdem begegnet die breite Bevölkerung der zunehmenden "Elektronifizierung" mit grosser Skepsis. Einer der Gründe für diese Skepsis ist wohl, dass Elektronik vielfach als Synonym für Computer verstanden wird.

Computern aber wird mit grossem Misstrauen begegnet. Sie sind für viele Menschen der Inbegriff des Unfassbaren, Unheimlichen und verkörpern die Ängste, die in Büchern ("1984" von G. ORWELL, 1949, "Brave New World" von A. HUXLEY, 1932) oder im Film ("2001 - A Space Odyssey" von STANLEY KUBRIK) bereits vor Jahren beschrieben wurden. Die Vorbehalte gegenüber dem unheimlichen, unkontrollierbaren Fortschritt, dessen positive Seite vielfach (vielleicht zum Teil auch zu recht, man denke an die Unkontrollierbarkeit des Internet, die Problematik des Datenschutzes oder das Suchtpotential von Computerspielen) in Frage gestellt wird, bewirkt aber auch, dass der Vorstoss von Computern in Bereiche, wo sie nutzbringend eingesetzt werden könnten, gehemmt wird (z.B. die Optimierung der Haustechnik oder Vereinfachte Transaktionen z.B. im Bankbereich). Ein weiterer Grund, dass Computer häufig mit Skepsis betrachtet werden, liegt wohl darin, dass viele Anwendungen aus einer Technik-Euphorie entstanden sind und wenig oder gar nicht auf die Bedürfnisse und Fähigkeiten der Anwender oder Benutzer eingehen.

In ganz besonderem Masse gelten die Vorbehalte gegen die Computertechnik in Bereichen, wo durch Computerunterstützung Dienstleistungen automatisiert werden, die bis anhin durch Menschen sehr persönlich und mit entsprechendem Service (individuelle Betreuung und Beratung) erbracht wurden. Das Problem der schlechten Beispiele tut das Seine, um Leute abzuschrecken und in ihren Befürchtungen zu bestätigen: Nicht nur ist der Funktionsumfang unbekannt und nicht schnell ersichtlich, sondern die Bedienung ist derart gestaltet, dass sich die Benutzer fragen, ob sie denn zu dumm geworden sind um heute zu leben respektive zu *über*leben. Die Vorteile der Automatisierung werden dabei häufig übersehen: schnellere Abwicklung von Standardwünschen, mit besserer Beratung (weiterhin durch Menschen) für alle Sonderwünsche, Verfügbarkeit von Angeboten rund um die Uhr, weitreichendere Verknüpfung von Informationen und damit besserer Zugriff auf Dienstleistungen und Güter, verbesserte Information ohne Verkaufsgespräche. Um akzeptiert zu werden, müssen also Geräte den menschlichen Verkäufer für Routinetätigkeiten möglichst adäquat ersetzen, so dass die Benutzer sie akzeptieren, die geplanten Vorteile nutzen und der Verkäufer zu einem qualifizierten Berater aufsteigen kann. Nur wenn die Benutzer einen *Nutzen* haben und den auch sehen können, sind sie bereit, Systeme

zu akzeptieren und zu gebrauchen, die ihnen eine Änderung ihrer Gewohnheiten abverlangen.

Die Ergonomie (griech. Ergon = die Arbeit, nomos = die Gesetzmässigkeit, Lehre) versucht, die Arbeitssituation für den Menschen richtig zu beschreiben und Leitlinien zur optimalen Einrichtung zu geben. Die *Software-Ergonomie* tut dies im Bereich der Computerprogramme (siehe Kap. 3). Dieses Fachgebiet muss sich also auch um die Verbesserung von computergestützten Systemen für den Gebrauch für ungeübte ("naive") Benutzer kümmern. Damit ungeübte Benutzer solche Systeme brauchen können und ihnen vertrauen (und sich die Benutzung selber zutrauen), sind nicht nur Anstrengungen der klassischen Ergonomie nötig, es muss ein anderer Ansatz gewählt werden. Die Benutzbarkeit oder *Usability* (Gebrauchswert) muss für den Benutzer gegeben sein (siehe Kap. 4). Denn die Usability ist es letztendlich, die über den Erfolg oder Misserfolg einer neuen Technologie entscheidet (man denke z.B. an Videotex). Der Aufwand im Vergleich zum Nutzen, das heisst der *Nutzungswert*, muss in einem günstigen Verhältnis stehen.

Warum gibt es nach wie vor so wenige *einfach zu bedienende* Geräte, oder anders gefragt, warum gibt es immer noch *schwierig* zu bedienende Geräte? Fehlt es am Wissen, wie Geräte oder Software zu gestalten sind; fehlt es am Willen oder eventuell auch den Möglichkeiten, das Wissen umzusetzen? Fehlt es an Fachleuten, die das Wissen umsetzen können (damit an der Ausbildung) oder gibt es andere Gründe dafür?

Die in den Kapiteln 5 und 6 beschriebenen Projekte sollen aufzeigen, dass es zwar sicher Defizite in allen Bereichen gibt, dass aber eines der Hauptprobleme der Prozess der Einbindung und Umsetzung des Wissens ist. Die Hauptarbeit, die in *industriellen* Projekten jeweils zu leisten ist, ist das Aufzeigen der Problematik von benutzungsfreundlichen Systemen. Im *wissenschaftlichen* Umfeld ist einerseits Zeit und Geld normalerweise in hinreichender Menge vorhanden, um alle interessierenden Aspekte zu berücksichtigen. Andererseits wird meist die kommerzielle Umsetzung unter industriellen Bedingungen nicht als Sache der Wissenschaft angesehen, sondern wird explizit der Industrie zugewiesen. Unter diesen Umständen ist es nicht verwunderlich, wenn das vorhandene Wissen nicht genutzt oder nicht ganz ernst genommen wird. Im Spannungsfeld der Produktions- und Dienstleistungsindustrie sind aber Faktoren wie *Akzeptanz* eines Produktes, *return on investment* (Kosten-Nutzen-Rechnung) oder *time to market* entscheidend. Es zeigt sich, dass eine adäquate Umsetzung vorhandenen oder Schöpfung neuen Wissens, im Rahmen betrieblicher Rahmenbedingungen, zu den Kernproblemen gehören, die es zu lösen gilt. Dazu ist ein Umdenken resp. eine Erweiterung des Denkhorizontes nötig, was den Ablauf des Entwicklungsprozesses betrifft. Was betriebswirtschaftliche Überlegungen oder Ansätze der Qualitätssicherung dazu beizutragen vermögen, soll in Kapitel 2 aufgezeigt werden.

Einen besonders empfindlichen Bereich stellt der *öffentliche Verkehr* dar. Die heutige Umweltsituation bewirkt, dass der öffentliche Verkehr stark gefördert wird. Die Verkehrssituation auf den Strassen erlaubt es zudem vielen, vor allem älteren Mitbürgern kaum mehr, ein eigenes Fahrzeug zu lenken, und sie müssen Rückgriff auf ein öffentliches Verkehrsmittel nehmen. Werden in diesem Bereich nun computerisierte Geräte eingesetzt, um zum Beispiel Billette zu verkaufen, so sind die negativen Reaktionen bereits „vorprogrammiert". Eine Dienstleistung, für die bis anhin eine (meist freundliche) Person zur Verfügung stand, wird durch einen „Computer" ersetzt, von

dem man nicht nebenbei noch einige Informationen zu erhalten glaubt. Zudem müssen die Wünsche nun in eine maschinengerechte Sprache und Eingabe übersetzt werden, die zu erlernen ein Hochschulstudium vorauszusetzen scheint.

Der Preiszerfall bei Mikroprozessoren und Speicherbausteinen im letzten Jahrzehnt hat die Möglichkeit eröffnet, intelligente Automaten zu konzipieren. Damit wird es möglich, das Angebot von Automaten im Bereich des öffentlichen Verkehrs so zu gestalten, dass es flexibel auf individuelle Bedürfnisse der Benutzer eingehen kann. Im Idealfall sollten Automaten in der Lage sein, in Spitzenzeiten und vor allem an Feiertagen und in Nachtzeiten ein umfassendes Angebot von Dienstleistungen (z.B. Fahrkarte, Auskunft, Platzreservierung, Hotelbuchung, Automiete, Sonderleistungen mit Werbung) zur Verfügung zu stellen. Damit werden aber auch an die Ergonomie flexibler Automaten in Zukunft immer grössere Ansprüche gestellt werden. Die Benutzungsoberfläche des Automaten darf nun nicht mehr wie bisher durch die Anordnung der internen Bauelemente oder den Platzbedarf grosser Tasten bestimmt sein. Dieses gilt gleichermassen für ein nach ästhetischen Funktionen entwickeltes Design. Betrachtet man heute im öffentlichen Verkehr aufgestellte Automaten, so muss man feststellen, dass diese ergonomischen Anforderungen kaum oder nur unbefriedigend genügen (VERHOEF, 1986). Die mehrheitlich vorhandene Bindung der bisherigen Lösungen an Tasten mit nur einer Funktion bedingt, dass die weitere Ausbaufähigkeit vorhandener Automaten beschränkt ist. Die ihnen zugrunde liegenden technischen und ergonomischen Konzepte sind teilweise durch den technischen Fortschritt überholt. Der einzige Ansatz zu einer Normung (DIN 30 795, 1986) bildet hier keine Ausnahme. Dieses von REINIG (1983a, 1983b, 1984, 1986) entwickelte Konzept stellt trotzdem einen wichtigen ersten Schritt dar. Wenigstens wird durch eine standardisierte Angebotspräsentation die Nutzbarkeit der Fahrkartenautomaten auch über einen einzelnen Verkehrsverbund hinaus gewährleistet. Die Stärke des Konzepts liegt in der Einführung von graphischen Elementen (Piktogrammen) und im Leitgedanken der Entwicklung von Stereotypien des Verhaltens und der Erwartungen der Benutzer.

In diesem Zusammenhang erscheint es sinnvoll, das Problem der Automation im öffentlichen Bereich aus wissenschaftlicher Sicht zu betrachten. Wie können die Bedürfnisse der Benutzer sowie deren berechtigte Wünsche und Kritiken bei der Gestaltung der Geräte gebührend berücksichtigt werden? Vielmehr noch: Wie sehen diese Bedürfnisse und Wünsche überhaupt aus? Und wie können diese Erkenntnisse den Herstellern von solchen Geräten sinnvoll zur Verfügung gestellt werden, damit künftig nur noch einfach zu benutzende, kundenfreundliche Automaten entwickelt werden? Die in Kapitel 5 und 6 vorgestellten Arbeiten drehen sich aus diesem Grund um diese Problematik, sind jedoch auf alle Anwendungen für ungeübte Benutzer umsetzbar.

Die Benutzung von Automaten, die für eine breite Öffentlichkeit gerechnet sind, weist einige Besonderheiten auf:

- Zum einen ist die Benutzung in der Regel *nicht ganz freiwillig:* Bei eingeschränkten Schalterzeiten oder langen Schlangen infolge zu weniger geöffneter Schalter ist es häufig zwingend nötig, eine Dienstleistung am Automaten zu beziehen. Dies gilt insbesonders bei Banken und immer mehr auch im öffentlichen Verkehr.
- Die Anbieter der Dienstleistung (Bahn/Tram/Bus) sind Monopolisten, das heisst es gibt keine echte Alternative zur angebotenen Verkehrsleistung.

Zudem entscheiden die Betreiber, welche Geräte ihre Dienstleistung verkaufen, und nicht die Benutzer der Geräte.

- Die Umstände der Bedienung sind sehr speziell: Die Benutzer sind gezwungen, *ohne Schutz der Privatsphäre* ein Gerät zu benutzen, das sie meist nicht oder nur sehr schlecht kennen. Zu einer fehlerhaften Benutzung kommt es häufig nicht aus Mangel an Erfahrung, sondern eher aus Nervosität. Fehler zu machen ist aber sehr unangenehm, und wenn Benutzer Gefahr laufen, dabei zusätzlich noch von jedermann dabei gesehen zu werden, ist ein gewisses Unbehagen verständlich.

- Im Weiteren findet die Benutzung vielfach unter *Zeitdruck* statt, ein Umstand, der eine hohe Effizienz der Benutzung verlangt. Wiederum wirkt sich die mangelnde Erfahrung negativ aus: Zur initialen Unsicherheit kommt die Nervosität, die kumulativ wirkt. Neben dem Zeitdruck des aktuellen Benutzers kommt häufig auch der Zeitdruck von wartenden weiteren Benutzern: Kommt der aktuelle Benutzer nicht schnell zum Ziel (weil er es nicht eilig oder Mühe mit der Benutzung hat), gesellt sich mit grosser Wahrscheinlichkeit ein weiterer Benutzer dazu, der seinerseits unter Zeitdruck steht und darauf angewiesen ist, schnell zum Automaten Zugriff zu bekommen.

- Automaten in der Öffentlichkeit bedeutet auch, dass das potentielle *Benutzerkollektiv* sehr heterogen ist. Im Grunde genommen werden solche Geräte von jedermann benutzt. Je nach Angebot eines Automaten sind gewisse Einschränkungen möglich: ein Fahrkartenautomat beispielsweise wird wohl kaum von Kindern unter etwa 10 Jahren benutzt werden *müssen*, ein Bancomat wird etwa ab 14-16 Jahren benutzt werden *dürfen*. Generell ist die Bandbreite potentieller Benutzer aber so breit, dass nur sehr wenig Vorkenntnisse vorausgesetzt werden können. Das Spektrum reicht von älteren Menschen mit wenigen bis keinen Erfahrungen im Umgang mit moderner Technologie über jüngere und junge Personen, die mit dem Computer gross geworden sind zu Personen mit Hochschulbildung oder Analphabeten sowie Touristen aus anderen Kultur- oder Sprachräumen. Das Spektrum ist sehr breit und muss so weit wie nur irgendwie möglich berücksichtigt werden. Ganz speziell ist an Behinderte aller Art zu denken, die zu den allgemein vorhandenen Problemen noch zusätzliche Schwierigkeiten durch eingeschränkte auditive, visuelle oder motorische Fähigkeiten haben. Anzumerken ist, dass im Alter über 45 Jahren der Anteil der durch die normalen Altersdefizite potentiell „behinderten" stark wächst!

- Die *Einstellung zu technischen Geräten* ist ebenfalls sehr unterschiedlich. Unabhängig von Alter und Geschlecht sind nicht alle Leute gleich stark versessen darauf, von einer Maschine die gewünschte Information oder Dienstleistung zu erhalten. Die Vorbehalte gegenüber der modernen Technik werden durch jedes auftretende Problem bestätigt, die Motivation, durch "trial and error" zum Ziel zu kommen, sinkt so sehr schnell gegen Null. Viele in der Presse und am Fernsehen gezeigte neue Tendenzen erfüllen vor allem Leute mittleren Alters und ältere Leute mit Sorge und Unverständnis. Cyberspace, Virtual Reality, Computer die uns überall kontrollieren: Ist es das, was sich die Menschheit immer erträumt hat? Wie steht es mit der Sicherheit der global zur Verfügung stehenden Daten jedes Einzelnen? Die Angst vor dem Unbekannten überwiegt nach wie vor, was durchaus nach-

vollziehbar ist. An verschiedenen Beispielen ist zu erkennen, wie die Bevölkerung auf neue Technologie reagiert: Die Einführung von Videotex ist bis heute von wenig Erfolg gekrönt, da die angebotenen Möglichkeiten mit der schlechten Bedienbarkeit nicht konkurrieren können. Das World Wide Web (WWW) dagegen bietet, relativ einfach in der Benutzung, wesentlich mehr Informationen an, und wurde damit schnell ein grosser Erfolg. Bancomaten wurden zu Beginn ebenfalls nur sehr zögernd akzeptiert, mittlerweile hat sich deren Bedienung so weit verbessert und gleichzeitig die Attraktivität durch deren Omnipräsenz so erhöht, dass sie heute nicht mehr aus dem täglichen Leben wegzudenken sind. Zudem ist ihr Nutzen derart hoch (auch wegen der Einschränkungen der Schalterverfügbarkeit), dass Probleme eher in Kauf genommen werden.

Benutzungsfreundlichkeit (= Ergonomie) ist mittlerweile zu einem Schlagwort geworden. Glaubt man der Werbung, so sind heute bereits viele Produkte "benutzungsfreundlich": sind also alle Probleme gelöst? Nein, denn meist wird nur das Schlagwort ohne Kenntnis des Inhaltes verwendet. Ganz generell und im speziellen im Bereich der Software ist der konkrete Umgang mit den Produkten nach wie vor schwer zu erlernen. Die Funktionenzahl ist umfangreich und undurchschaubar und die Bedienabläufe sind unverständlich und schlecht nachvollziehbar. Einfache Vorgänge werden unnötig kompliziert und damit sind die eigentlichen Vorteile der Computeranwendung nicht mehr zu erkennen. Häufig werden auch bestehende Stereotypien (aus früheren Tätigkeiten erlernte Handlungsabläufe) beeinträchtigt oder müssen gänzlich umgestellt werden. Damit wird auf wertvolles bestehendes Wissen nicht zurückgegriffen.

In der vorliegenden Arbeit wird versucht aufzuzeigen, wie mit konsequentem Einsatz des bestehenden Wissens der Software-Ergonomie sowie der Qualitätssicherung gut und einfach zu benutzende Produkte entwickelt werden können. Das Ergebnis sollen Systeme sein, die "usable" sind, also über einen hohen Gebrauchswert verfügen und dadurch am Markt bestehen können. Weiter soll gezeigt werden, welche Bausteine der Software-Gestaltung, der Ergonomie sowie Erkenntnisse angrenzender Disziplinen zu einer guten Gestaltung eines Dialoges eingesetzt werden können. Wesentlich dabei ist, dass die Bausteine als Lösungen für archetypische Probleme betrachtet werden, die an den jeweiligen Fall angepasst werden müssen. Die Hinweise die gegeben werden können, sollen den verschiedenen Personenkreisen, die an der Entwicklung von interaktiven Systemen beteiligt sein können, als Hilfsmittel dienen. Der Programmierer braucht Unterstützung auf dem Gebiete der kognitiven[1] Psychologie (siehe auch Kapitel 3.1.2) und dem Einbezug der menschlichen Eigenarten (Vorwissen, natürliche Abläufe); der Designer oder Graphiker muss auf dem Gebiet der Funktionalität (Ablauf von Benutzungssequenzen) unterstützt werden, und dem Ergonomen fehlt es in der Regel an gestalterischer Erfahrung. Dem Management dagegen muss ein Instrument oder eine Vorgehensweise angeboten werden, wie Projekte entwickelt werden sollen, damit *wirtschaftlich* eine für alle *gute Qualität* erreicht werden kann.

Zur Gestaltung von Benutzungsoberflächen gibt es eine Vielzahl von Publikationen und Guidelines, die mehr oder weniger präzise angeben, wie eine Benutzungsoberfläche aussehen und funktionieren sollte (SMITH and MOSIER, 1986; OPPERMANN,

---

[1] kognitiv = die Erkenntnis betreffend

1988; MINISTRY OF DEFENCE (Navy Guidelines), 1988; SHNEIDERMAN, 1992; MARCUS, 1992; Apple, 1987; IBM, 1989a und 1989b; SUN, 1990; DIN 66 234, 1984, ISO 9241, 1991). Gibt es eine *richtige* Benutzungsoberfläche oder kann lediglich entschieden werden, dass eine Benutzungsoberfläche in der vorliegenden Form den Ansprüchen genügt? Ist es eventuell möglich, selbst bei strikter Befolgung der Guidelines Fehler zu machen? Neben konkreten gestalterischen Aspekten wird versucht, unter Berücksichtigung grundlegender wirtschaftlicher Überlegungen einen Entwicklungsprozess aufzubauen, der die Produktqualität für den Benutzer zu einem für den Hersteller vertretbaren Aufwand sichern soll.

Dass diese Forschungsrichtung eine Zukunft hat, kann kaum bestritten werden. Es wird, ob wir es wollen oder nicht, in Zukunft mehr und mehr Systeme geben, die auf den heute verfügbaren Technologien basieren. Es ist deshalb wichtig, jetzt die Erkenntnisse zu sammeln, damit morgen die Systeme benutzungsfreundlich sind.

In den Kapiteln 2, 3 und 4 sollen Grundlagen der Qualitätssicherung erarbeitet, der Begriff der Software-Ergonomie definiert und der Begriff der Usability näher erläutert werden. Diese Kapitel bilden die Grundlage für die in den Kapiteln 5 und 6 beschriebenen experimentellen Arbeiten, in denen aufgezeigt werden soll, wie mit dem vorhandenen Wissen und dem bestehenden Instrumentarium Produkte für den allgemeinen Einsatz benutzungsfreundlich gemacht werden können.

Hypothesen

1. Usability ist gleichzusetzen mit der Benutzungsfreundlichkeit eines Systems
2. Der Übergang von unveränderlichen, feststehenden (statischen) Oberflächen ("Hardware") zu veränderlichen (dynamischen) Oberflächen ("Software") ist unter Anwendung von klassischen Kriterien der Ergonomie möglich.
3. Ergonomie führt zu Usability.
4. bestehende ergonomische Kriterien sind auch für den Bereich *„casual users"* (naive, ungeübte oder gelegentliche Benutzer) gültig.
5. Richtlinien für die Dialoggestaltung schränken, richtig formuliert, die gestalterische Freiheit nicht ein.
6. Prototyping, insbesonders iteratives Prototyping von Teilschritten unterstützt die Erstellung von benutzungsfreundlichen Systemen wesentlich.
7. Der betriebswirtschaftliche Ansatz der Qualitätssicherung kann Beiträge zur Lösung der Frage der Benutzungsfreundlichkeit liefern.

2 Qualitätssicherung

„Der Mensch steht in Wirklichkeit nicht im Mittelpunkt des unternehmerischen Geschehens. Der Mensch ist für die Unternehmer nur Mittel. Punkt! (NEUBERGER, Zit. in MALORNY und KASSEBOHM, 1994).

2.1 Einführung

Konkurrenzfähigkeit entsteht *auch* durch einen optimalen Entwicklungsprozess. Im Laufe der 70er Jahre gewann vor allem die japanische Industrie an Konkurrenzfähigkeit. Die westliche Industrie reagierte darauf mit einer gewissen Zeitverzögerung, indem japanische Methoden und Modelle der Arbeitsgestaltung und im Bereich des Managements analysiert und übernommen wurden. In einem ersten Schritt wurde nach "japanischen Produktionsmethoden" gerufen, ohne dass die inhaltlichen Kernpunkte an die lokalen Verhältnisse angepasst wurden. Je mehr die Methoden jedoch einer Prüfung unterzogen wurden, desto mehr zeigte sich, dass eine grundsätzliche Wandlung der Philosophie des *Produktionsprozesses* nötig war. Die klassische westliche Vorstellung, mit Hochtechnologie alleine lasse sich im Clinch von Preis, Zeit und Qualität operieren, erwies sich als falsch. Die japanische Philosophie, *der Preis eines Produktes sei aufgrund des Marktes, resp. der Benutzer festgelegt*, und die anderen Faktoren seien dem anzupassen (das Prinzip des *„target costing"*, unterschied sich grundsätzlich von der westlichen Denkweise, dass *Qualität ihren Preis hat*, den die Benutzer zu bezahlen bereit sein müssten. Im japanischen Modell ergibt sich der Gewinn aus:

Verkaufspreis - Kosten = Gewinn.

Da nach japanischer Ansicht die Zielgrösse - der Verkaufspreis - durch den Kunden fest definiert wird, muss das Unternehmen einen höheren Gewinn durch die Reduzierung der Produktionskosten erreichen. Hierzulande ergab sich (etwas überspitzt ausgedrückt) der Verkaufspreis dagegen eher aus scheinbar feststehenden Kosten und dem erwünschten Gewinn (der auch durch den Markt resp. die Konkurrenzsituation beeinflusst wird):

Kosten + Gewinn = Verkaufspreis.

Dieses neue in Japan entwickelte Qualitätsdenken ist es, das den grundlegenden Unterschied bildet (MALORNY UND KASSEBOHM, 1994). Der Kunde definiert, wieviel ihm ein Produkt wert ist, was er bereit ist, dafür zu bezahlen. Dies definiert er durch den *Nutzen*, den er vom Produkt hat; vom *Prestige*, den ihm das Produkt verleiht; und auch durch die *Qualität* des Produktes aus seiner Sicht. Mit dieser Betrachtungsweise spielen Aspekte der Benutzungsfreundlichkeit (Usability), die Berücksichtigung von Kundenwünschen oder -erwartungen plötzlich eine entscheidende Rolle, und müssen in den Entwicklungsprozess integriert werden.

Daraus folgte ein Ansatz, der unter dem Namen "Quality Management" (QM) bekannt wurde. Qualität ist ein gleichberechtigter Bestandteil des Produktes, wird also gewissermassen "hineingebaut" und ergibt sich nicht einfach. Auf diesem Denkansatz basieren auch die Bemühungen japanischer Unternehmen nach ständiger Ver-

besserung „KAIZEN“ [2] (MALORNY UND KASSEBOHM, 1994). Es dreht sich also alles um die Frage, wie die angestrebte Qualität im Entwicklungsprozess erreicht werden kann (siehe Kapitel 2.2).

Unabhängig davon, welche Formel (die in westlichen Ländern lange gebräuchliche oder die aus Japan „importierte“) angewendet wird, lebt ein Unternehmen vom erzielten Gewinn beim Verkauf eines Produktes oder einer Dienstleistung. Je weniger die Kunden Güter für den täglichen Gebrauch, lebenswichtige oder Basisgüter kaufen, sondern je mehr sie sich Produkte und Dienstleistungen nur als „Luxus“ leisten können, und je schärfer der Konkurrenzkampf wird, desto mehr muss sich ein Anbieter Argumente überlegen, wie er Kunden (Anwender oder Käufer) davon überzeugen kann, gerade *sein* Angebot zu berücksichtigen. Wirtschaftliche Überlegungen sind also mit ein wichtiger Grund, sich Gedanken über die Bedürfnisse den Anwenders zu machen. Häufig wird zudem vergessen, dass der *Kunde* nicht notwendigerweise der *Benutzer* sein muss, so dass nicht oder nur auf unvollständige oder falsche Bedürfnisse Rücksicht genommen wird. Aus Abb. 2.1 ist ersichtlich, dass die Verhältnisse als ein Dreieck dargestellt werden können. Dies ist überall dort der Fall, wo ein Zwischenhändler oder der Betreiber des Gerätes zwischen Hersteller und Anwender steht. Gelingt es, in einem Entwicklungsprozess alle Beteiligten in dieser Art zusammenzubringen, ist der erste Schritt zu einem verbesserten Vorgehen getan.

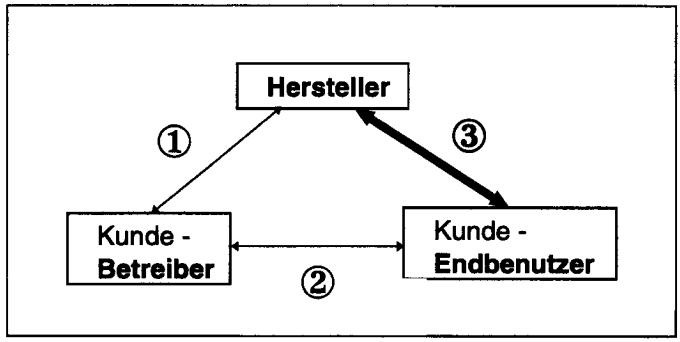


Abb. 2.1: Das Dreieck Hersteller - Kunden. ① -② : klassische Beziehung, ③ : bisher meist fehlende Beziehung (für den Fall mit zwei verschiedenen Kundentypen).

Die beiden Projekte, die in Kapitel 5 und 6 beschrieben werden, bewegen sich im Bereiche der Dienstleistungs- und Verkaufsautomation, in dem dieses Problem besonders deutlich wird. Die Hersteller von solchen Geräten müssen sie an die Betreiber verkaufen, im Beispiel von Billettautomaten also an die Verkehrsbetriebe. Diese sind ihrerseits Monopolisten als Anbieter ihrer Dienstleistung, stehen also nicht in einem echten Konkurrenzverhältnis und können so relativ unbeeinflusst vom Markt entscheiden. Benutzt werden die Geräte aber von den Bezügern der Dienstleistung,

[2] KAI bedeutet „ändern“, ZEN ist mit „gut“ zu übersetzen, das heisst zusammengefasst „ändern zum Guten“.

also von einfachen Menschen auf der Strasse. Gerade diese Benutzer haben aber heute noch sehr wenig bewussten Kontakt mit Mikroelektronik, auch wenn es heute beinahe keinen Bereich mehr gibt, in dem keine Mikroelektronik eingesetzt wird. Diese Leute haben nun zum einen gar keine Wahl, ob sie das Gerät benutzen wollen oder nicht und zum anderen sind sie nicht geschult, ihre Wünsche in einer maschinengerechten Form auszudrücken. Es gilt also, aus der Kette von Beziehungen ein Dreieck zu machen, und den Hersteller mit den Bedürfnissen, Fähigkeiten und Problemen der tatsächlichen Endbenutzer in Kontakt zu bringen. Durch eine gesteigerte Akzeptanz steigt auch der Umsatz, die Zufriedenheit aller Beteiligten, und die Investitionsbereitschaft der Betreiber.

2.2 Der Qualitätsbegriff

Was ist nun aber Qualität, wer definiert Qualität? In der Literatur sind verschiedene Definitionen zu finden, was sicher *eines* der Probleme darstellt. Je nach Sichtweise bedeutet Qualität etwas anderes. In dieser Arbeit liegt das Schwergewicht auf der Sicht des Anwenders, des Kunden. Dieser gewinnt immer mehr an Macht, weil die Auswahl an Produkten zunimmt und die zur Verfügung stehenden Kaufmittel in Zeiten wirtschaftlicher Engpässe knapper werden. *Qualität ist das, was der Kunde fordert und empfindet.* Der wichtigste Wettbewerbsfaktor eines Unternehmens ist der Wunsch des Kunden und seine Qualitätsanforderungen (MALORNY UND KASSEBOHM, 1994). Im Zuge der technischen Verbesserungen, den neu erschlossenen Möglichkeiten von elektronischen Bauteilen ist ein Wechsel von der *technischen Qualität* (funktioniert etwas überhaupt, und wenn ja, wie zuverlässig) zur *funktionellen Qualität* (wie funktioniert etwas) entstanden. Im Bereich der technischen Qualität sind Länder wie die Schweiz oder Deutschland exzellent, was häufig als Perfektionismus bezeichnet wird. Die Erweiterung des Verständnisses in Richtung Kundenqualität findet aber erst in letzter Zeit statt.

YOUNGER (1993) definiert: Qualität wird vom Empfänger eines Produktes oder einer Dienstleistung wahrgenommen und ist nicht völlig vom Anbieter bestimmt. Wichtige Aspekte sind dabei die Berücksichtigung von Kundenreaktionen, Kundenbetreuung, kundenfreundliche Beachtung von Details und die Behandlung von Beschwerden oder Reklamationen (z.B. Hotline).

In seiner Definition der Qualität eines Produktes hält SCHÖNSLEBEN (1997) fest, dass diese nach dem Aspekt des Funktionierens beurteilt wird. Produkte können dabei materiell oder immateriell sein, wobei die Tendenz besteht, dass erbrachte Dienstleistungen auch als Produkt betrachtet werden. Die Güte eines Produktes wird anhand verschiedener Aspekte beurteilt, z.B.:

- seiner Wirkung resp. Funktion,
- seiner Konsistenz, seiner Lebensdauer und seiner Zuverlässigkeit,
- seiner Konformität im Vergleich zu gegebenen oder erwarteten Normen,
- seiner Handhabbarkeit und seiner Ästhetik.

„Qualität ist eine Reise, nicht ein Ziel" (MINKOFF, 1993). In der westlichen Industriegesellschaft sagen wir: „Wenn's nicht kaputt ist, lassen wir's so". Anders gesagt, wir warten bis wir Beschwerden über ein Produkt oder eine Arbeit erhalten, bevor wir etwas ändern. Die östliche Kultur sieht dies anders: „Wenn's nicht perfekt ist, machen wir's besser", obwohl sich eigentlich niemand beschwert hat. Schuldlose Fehler

sind ein Katalysator für Veränderungen. Schuldlose Fehler heisst „das System war falsch, nicht die Person": Es ist das Gegenteil von „Schlag ihn und nenn mir Namen". Es gilt, Leute zu ermuntern:

- keine Angst zu haben, etwas Neues zu versuchen,
- keine Angst zu haben, Fehler einzugestehen,
- ihre Probleme und Misserfolge offen und schnell zu diskutieren,
- keine Ausflüchte oder Schuldzuweisungen zu machen.

Qualität wird auch definiert als „die Gesamtheit der Eigenschaften und Charakteristiken eines Produktes oder einer Dienstleistung, die einen Einfluss auf deren Fähigkeit haben, ausgesprochene oder implizierte Bedürfnisse zu befriedigen" (ISO 8402, 1994[3]). Zwei verwandte Definitionen finden sich in der Norm BS 7850 (1992)[4]:

- Qualitätsverbesserung:
  „Tätigkeiten innerhalb einer Organisation zur Steigerung von Effizienz und Effektivität von Aktivitäten und Prozessen, mit dem Ziel Vorteile für die Organisation wie auch für ihre Kunden zu schaffen"
- Qualitätsverlust:
  „Verlust verursacht durch das Unterlassen der effektiven und effizienten Nutzung des menschlichen, finanziellen und materiellen Potentials innerhalb eines Prozesses".

Qualität heisst auch „dem Zweck angemessen". Im Umfeld einer Dienstleistung heisst dies besser „die Kundenerwartungen erfüllen". Kunden sind dabei sowohl innerhalb wie ausserhalb eines Betriebes anzusiedeln. Innerhalb eines Betriebes sind alle Mitarbeiter Kunden und Anbieter. Schlechte interne Dienstleistung sind häufig die Ursache von unnötigen Kosten wegen schlechter Qualität. Computerisierte Verkäufe, komplizierte Kostenanalysen und ausgeklügelte Finanzmodelle haben den persönlichen Bezug des Verkäufers zu seinen Kunden verdrängt. LEONARD (1988) zitiert Ray J. Rogal, den Direktor für Qualität der Ford Motor Company zu Qualität: *„Eine Qualitätsphilosophie könnte sein: Dem Kunden Produkte und Dienstleistungen anbieten, die die Erwartungen des Kunden zu einem annehmbaren Preis erfüllen"*.

Die ISO 9000-Reihe entstand aus diesen Überlegungen. Mehr und mehr wird eine Konformität nach dieser Norm zu einer Anforderung, die Voraussetzung für einen Markterfolg ist. Der Ansatz des Total Quality Management TQM zielt auf die Erfüllung von Kundenerwartungen und -wünschen und der Schaffung einer Umgebung der kontinuierlichen Verbesserung hin. Drei Facetten sind enthalten: Meist beginnt es mit einer *Motivationsübung*, die vom obersten Vorgesetzten getrieben wird und auf alle Mitarbeiter weitergegeben wird. Dabei werden Qualitätskriterien der Firma und gemeinsame Ziele betont und die individuelle Verantwortung jedes Einzelnen als Teilprozess mit eigenen Kunden und Zulieferern. Die zweite Facette ist die Bereitstellung eines effizienten *Kontrollsystems* dafür, meist im Rahmen einer ISO 9000 Norm. Die dritte Facette ist die Bereitstellung von *Verbesserungsverfahren*, um die Erkenntnisse von Defiziten in verbesserte Produkte und Verfahren umsetzen zu können.

---

[3] ISO 8402: Quality management and quality assurance - Vocabulary. ISO/TC176, SC1. (1994)

[4] BS 7850: Total quality management. Part 1: Guide to management principles. QMS/22, British Standards Institute, London (1992).

Sowohl TQM wie ISO 9000 versuchen, beim ersten Anlauf ein qualitativ gutes Produkt mit reduzierten Kosten und hoher Kundenzufriedenheit zu erreichen. Der ISO 9000 Ansatz wurde schon als zu bürokratisch kritisiert. Zudem garantiert er zwar *konsistente*, aber nicht inhärent *bessere* Qualität. Der TQM-Ansatz dagegen führt zu verbesserten Produkten, wenn alle drei Facetten angewendet werden. Bei beiden Ansätzen ist es aber nötig, dass sich die ganze Belegschaft hinter die Bemühungen stellt, damit ein Vorteil resultiert.

Die Fähigkeit, alle Kundenwünsche und Anforderungen an ein Produkt über den gesamten Produktelebenszyklus erfüllen zu können, wird mehr und mehr zum entscheidenden Faktor im Wettbewerb. Die Kundenzufriedenheit steht zunehmend im Mittelpunkt unternehmerischen Planens und Handelns. Gleichzeitig wird die Erreichung dieses Ziels immer schwerer, da

- sich sowohl Kundenwünsche und -anforderungen als auch die Kriterien für die Zufriedenheit oft in einem Zeitraum ändern, der kürzer ist als der der Produktentstehung,
- eine Internationalisierung der Märkte die Voraussetzung für den Erfolg eines Produktes entscheidend mitbeeinflusst und
- eine Verschärfung von Gesetzen und Auflagen besonders im Hinblick auf Umweltschutz und Produkthaftung zusätzliche Anforderungen an ein Produkt stellt.

Den Anforderungen an Qualität, Termine und Kosten gleichermassen gerecht zu werden, heisst die frühen Phasen der Produktentwicklung stärker als bisher zu berücksichtigen und präventiven Massnahmen der Qualitätssicherung den Vorrang einzuräumen (RAUTERBERG, 1995).

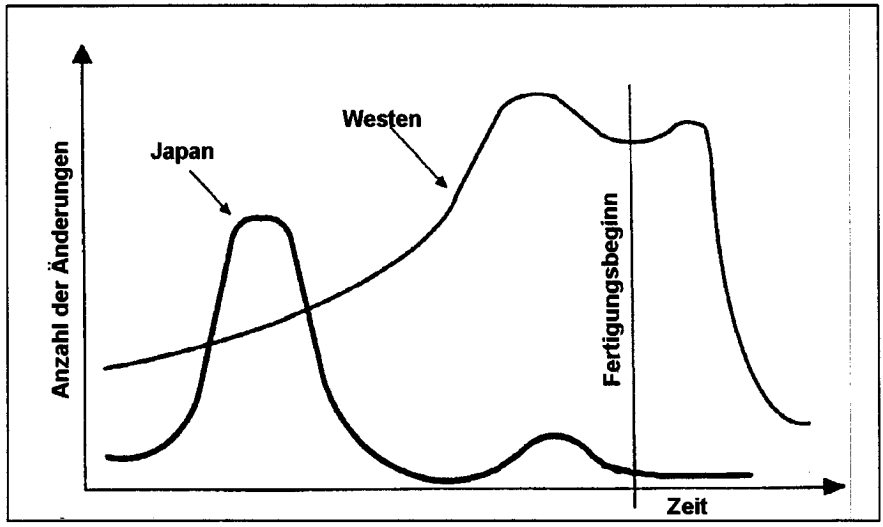


Abb. 2.2: Produktänderungsaufwand im Vergleich (nach MAI, 1994)

Die Konsequenzen später Korrekturen von Produktanforderungen bzw. die ungenutzten Potentiale werden in zahlreichen Vergleichen westlicher und japanischer Unternehmen eindrucksvoll beschrieben. So zeigt MAI (1994), das in östlichen Industrieprozessen wesentlich mehr Änderungen zu Beginn eines Projektes gemacht werden, was zu einem sehr geringem Änderungsaufwand gegen Ende des Projektes und vor allem nach Produktionsbeginn führt. Die westliche Tradition dagegen zeichnet sich durch einen grossen Änderungsaufwand kurz vor Fertigungsbeginn wie auch noch nach dem Fertigungsbeginn aus, was insgesamt zu wesentlich mehr Aufwand führt (Abb. 2.2). Weiter zeigt er, dass ein grösserer präventiver Aufwand in den ersten Phasen eines Projektes (Strategie und Entwurf) zu geringeren Fehlerkosten in der Endphase (Produktion und Verkauf) führt. Wird der initiale Aufwand dagegen gering gehalten, ist die Folge in der Regel ein hoher Aufwand durch vom Markt erzwungene Fehlerbehebungsmassnahmen (Abb. 2.3).

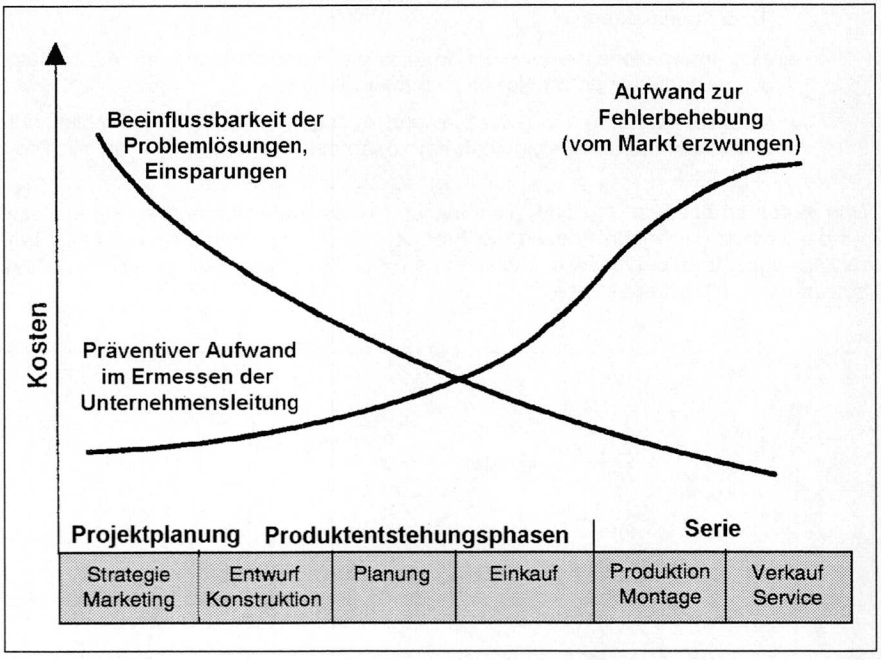


Abb. 2.3: Fehlerkosten und Einfluss im Vergleich (nach MAI, 1994)

Im Zusammenhang mit der Forderung einer systematischen Planung der Produktqualität spielt die Methode des Quality Function Deployment (QFD) eine zunehmend grössere Rolle. Der Begriff der Qualitätsplanung ist dabei nicht gleichzusetzen mit der Planung von Qualitätsprüfungen. Es geht vielmehr um eine Vorgehensweise zur Sicherung des Qualitätsentwicklungsprozesses eines Produkts. Ausgangspunkt sind die Kundenanforderungen, die schrittweise in Anforderungen an das Produkt bzw. den Produktentstehungsprozess zu transformieren sind. (Abb. 2.4).

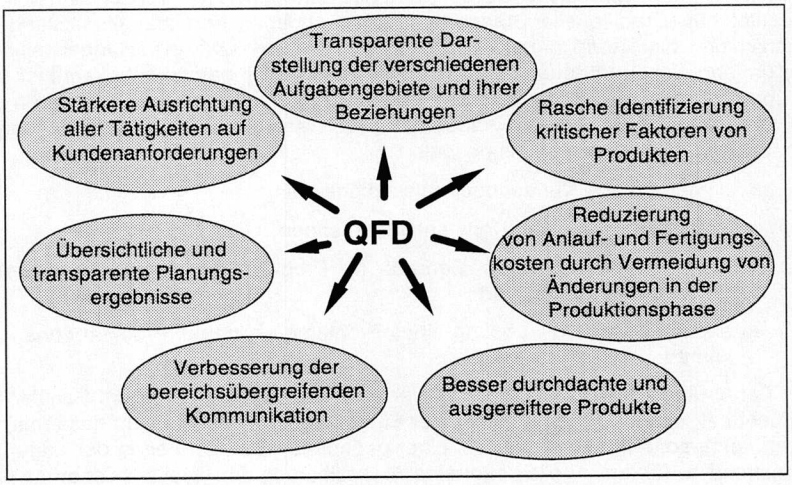

Transparente Darstellung der verschiedenen Aufgabengebiete und ihrer Beziehungen
Stärkere Ausrichtung aller Tätigkeiten auf Kundenanforderungen
Rasche Identifizierung kritischer Faktoren von Produkten
QFD
Übersichtliche und transparente Planungsergebnisse
Reduzierung von Anlauf- und Fertigungskosten durch Vermeidung von Änderungen in der Produktionsphase
Verbesserung der bereichsübergreifenden Kommunikation
Besser durchdachte und ausgereiftere Produkte

Abb. 2.4: Ziel der Qualitätsplanung mit QFD (nach MAI, 1994)

Qualität beginnt und endet beim Mitarbeiter. Die Qualität der Führung von Märkten ist in der Qualität der Führung von Mitarbeitern begründet.

MALORNY UND KASSEBOHM (1994) zitieren 30 Definitionen zum Qualitätsbegriff, von denen 15 den Begriff Kundenerwartung oder -zufriedenstellung enthalten. Qualität soll in diesem Sinne als für den Benutzer erwünschte Eigenschaften, in für ihn brauchbarer Form verstanden werden. Kaufanreiz, Wille und Spass zum Einsatz des Produktes, sowie die Absicht, das Produkt zu gegebener Zeit durch ein neueres zu ersetzen, das in den Schlüsseleigenschaften vergleichbar ist, bilden dabei wichtige Anforderungen. Wie diesen Forderungen Rechenschaft getragen werden kann, soll in den folgenden Abschnitten erläutert werden.

2.3 Konzepte der Qualitätssicherung

Um den Qualitätsanspruch gewährleisten zu können, wurden verschiedene Massnahmen zur Qualitätssicherung (QS) entwickelt. Im Folgenden sollen einige der bekanntesten kurz beschrieben werden. Quality assessment und alle anderen Ausdrücke im Umfeld der Qualitätsdiskussion sind allerdings in Gefahr, trivialisiert zu werden durch das Bestreben, eine Patina von Qualität erreichen zu wollen. Ölgesellschaften haben auf diese Weise das bleifreie Benzin entdeckt, und so von der Problematik des Massenindividualverkehrs abzulenken vermocht (GILLMAN, 1993).

Einige Qualitässicherungsmassnahmen sichern nur die Mechanismen des Prozesses und vernachlässigen die Qualität des Resultats. Es ist unglücklicherweise einfacher, den Produktionsablauf zu prüfen, als das Endprodukt auf seine Fähigkeit, die Qualitätskriterien wie z.B. Kundenzufriedenheit zu erfüllen, zu untersuchen. Nur wenn Qualitätsmanagement eine Geisteshaltung ist und nicht eine Liste von Prozeduren, kann es seinen Zweck erfüllen. Deshalb muss *Quality Management* (QM) ein

dynamischer Prozess sein, nicht eine Checkliste. Standards können eine Entwicklung ersticken, oft gegen das Interesse der Benutzer. Standards brauchen Zeit, um zu entstehen und ratifiziert zu werden, und hinken in gewissen Bereichen hinter der Aktualität her. Traditionelle Standards fixieren zudem einen aktuellen Stand der Technik, und blockieren damit eine Weiterentwicklung. QM-Anweisungen sind oft sehr umfangreich, und gehen sehr ins Detail. Bis deren Inhalt allen bekannt ist, sind sie überholt, oder die Mitarbeiter haben gewechselt. Prozesse und Prozeduren dürfen nicht eingefroren werden, sondern müssen stetiger Veränderung zugänglich sein. Quality Management muss deshalb

- primär auf den Kundenbedürfnissen basieren,
- Veränderung als eine Konstante anerkennen,
- erkennen, dass nicht der Benutzer die Probleme des Produktes verstehen und erkennen muss, und
- erkennen, dass die Lösung eines Problems ein neues Problem generieren könnte.

Eine Fahrprüfung gibt zum Beispiel nur an, wie gut der Instruktor dem Schüler beigebracht hat, einen Test zu erfüllen. Der Führerschein bestätigt nicht, dass man gut fahren kann, sondern dass man bei einer gegebenen Gelegenheit in der Lage war, hinreichend zu fahren. Ähnlich sagt eine Akkreditierung der Qualitätssicherung nicht aus, dass die Qualität immer gut ist, sondern dass man zu einer bestimmten Gelegenheit in der Lage war, den Normen entsprechend zu arbeiten.

Um Qualität bestimmen zu können, muss man messen oder bewerten. Ein Mass ist *Konformität mit den Benutzeranforderungen*; Qualität muss deshalb durch die Augen des Benutzers gesehen resp. damit gemessen werden. Jeder ist zudem selber Kunde und Anbieter, meist zur selben Zeit. Es ist daher auch wichtig zu wissen, wer der Kunde jeweils ist.

Qualitäts- und Produktivitätssteigerung sind notwendiger denn je. Aber wie?

Konzepte wie

- Total Quality Programme (TQP)
- KAIZEN (streben nach kontinuierlicher unendlicher Verbesserung)
- reduction of time to market (Abbau zeitaufwendiger, unternehmenskritischer Prozesse)
- Quality Function Deployment (QFD) / Fehlermöglichkeits und -einflussanalyse (FMEA), Quality circles (verschiedene Techniken zur Fehlervermeidung)
- profit-center Konzept

erfreuen sich einer steigenden Nachfrage (MALORNY UND KASSEBOHM, 1994).

Die Konfrontation mit dem Überangebot an Konzepten, mit zum Teil ergänzenden, aber auch überlappenden Intentionen, trägt nicht unwesentlich zu dem beklemmenden Gefühl der Orientierungslosigkeit des Managements bei (siehe Einleitungszitat).

Das Ziel, zufriedene Kunden zu haben, kann nur erreicht werden, wenn allen Mitarbeitern durch die Geschäftsleitung Total Quality Management vorgelebt wird, also

nach dem *Top down Prinzip*. Dazu gehört die KAIZEN-Philosophie, die als Bestandteil von TQM zu einer Bewusstseinsveränderung aller Mitarbeiter führt.

Schon früher waren zufriedene Kunden das Mass für Qualität. NISI (1993) nennt als Beispiele dazu den Codex Hammurapi (um 1700 vor Christus), einer Produkthaftung mit über 800 gezeichneten Paragraphen, die gesamte Organisation des grossen Römischen Reiches oder die mittelalterlichen Handwerkszünften mit ihren Vorschriften (z.B. das Reinheitsgebot beim Bier).

Das Ziel muss sein, die Anforderungen der Kunden auch zu günstigen Preisen zu erfüllen. Um diese Forderung erfüllen zu können, müssen Rationalisierungsreserven mobilisiert werden. Dies gelingt am besten durch Qualitätsmanagement. *„Wer Qualitätssicherung betreibt, um ein Zertifikat zu erhalten, fährt auf der falschen Schiene"* (MALORNY UND KASSEBOHM, 1994).

Lange Zeit war für deutsche Unternehmen die Welt im „magischen Dreieck" von Kosten, Zeit und technischer Qualität in Ordnung. Man war überzeugt, dass eine Senkung der Kosten oder der Durchlaufzeiten nur zu Lasten der Qualität erfolgen konnte (BULLINGER ET. AL., 1993). Übersehen wurde dabei, dass es mittlerweile japanischen Unternehmen durch (scheinbar) neuartige Konzepte gelungen war, innovative Produkte kostengünstig, in höchster Qualität und kürzerer Zeit auf den Markt zu bringen. Mit „Lean Management"[5] und „Total Quality Management" konnten sie die Komponenten des Dreiecks Qualität, Zeit und Kosten entkoppeln und sie auf ein höheres Niveau heben. Die Folge davon: zahlreiche Unternehmen scheinen um den Preis der Schlankheitskönigin wettzueifern - dass dieser Eifer leicht zur Magersucht (somit zum Qualitäts- bzw. zum Durchlaufzeit-Verlust) führt, wird in der Euphorie der (zweifelsohne sinnvollen) Diät übersehen.

Das Qualitätswesen hat sich über die Zeit gewandelt: Zu Beginn der industriellen Fertigung wurde die Qualität der Erzeugnisse mittels Kontrollen gesichert, d.h. die Qualitätsprüfung wurde in Fachabteilungen durchgeführt und bestand in der Identifizierung fehlerhafter Produkte. Im Zuge der industriellen Massenproduktion ging man verstärkt dazu über, lediglich Stichproben zu prüfen und statistische Methoden anzuwenden. Darauf aufbauend wurden von nationalen Qualitätsgesellschaften Qualitätsmanagementsysteme entwickelt, die in der Normenreihe ISO 9000 mit einheitlicher Terminologie zusammengefasst wurden.

---

[5] Lean = athletisch schlank, fit. Der Begriff wird erstmals vom MIT verwendet (WOMACK, JONES UND ROOS, 1991). Managementkonzept, das uneinheitlich definiert ist. Die Hauptausprägungen sind: Partnerschaftlichkeit, z.T. Humanorientiert, eher flache Hierarchien, Teamorientierung sowie Kundenorientierung (SEGHEZZI und BINDER, 1995). Nach BÖSENBERG UND METZEN (1993) zeichnet sich Lean Management vor allem aus durch dezentrale Organisation, eine starke Kunden- und Qualitätsorientierung, Gruppenarbeit und sorgfältige Planung von Aktivitäten. Basisstrategien wie kontinuierlicher Materialfluss und Just in Time in Fertigung und Logistik sowie Simultaneous Engineering in Entwicklung und Produktionsplanung werden zur Umsetzung eingesetzt.

2.3.1 Total Quality Management und KAIZEN

MALORNY UND KASSEBOHM (1994) bezeichnen TQM als Führungsmodell. (Abb. 2.5).

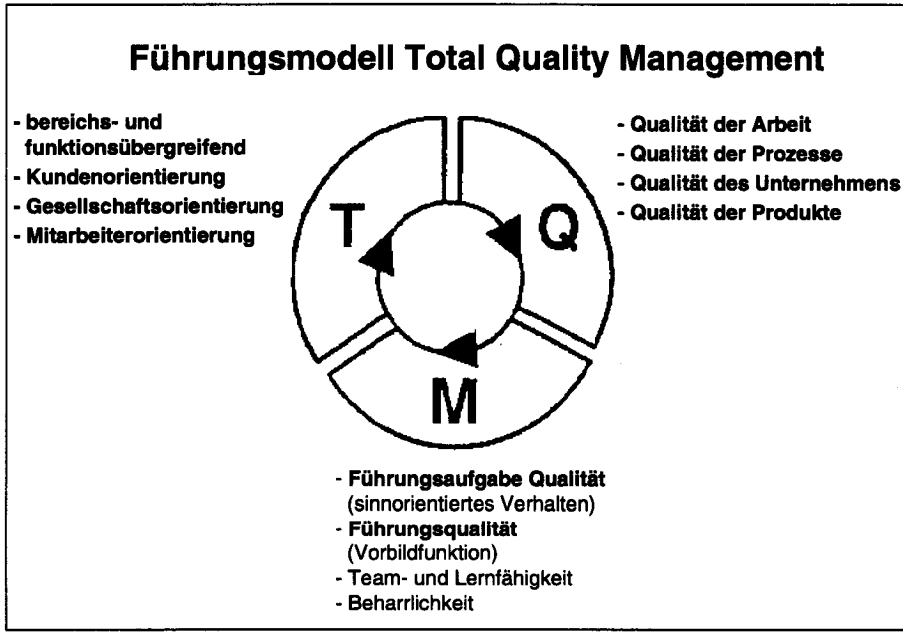


Abb. 2.5: Konzeptionelle Aspekte des Führungsmodells „Total Quality Management" (nach MALORNY UND KASSEBOHM, 1994)

Sie unterscheiden drei Entwicklungsstufen von der Qualitätskontrolle zum TQM:

1. *Stufe: Rational-konservativ*
   Unter Qualität versteht man im Wesentlichen die Produktqualität. Wie sie erreicht wird, ist unerheblich (sogar: koste es, was es wolle).
2. *Stufe: Integral-halbherzig*
   Jeder verwirklicht unter anderem auch Qualität. Qualität erscheint unklar, diffus und untergeordnet.
3. *Stufe: Visionär-pragmatisch*
   Qualität ist Chefsache und Führungsaufgabe. Unter Qualität versteht man Arbeitsqualität jedes einzelnen, Prozessqualität und Unternehmensqualität, woraus wie selbstverständlich die Produktqualität entsteht. Es fallen keine höheren Kosten an, vielmehr werden durch höhere Produktivität und geringeren Fehlleistungsaufwand bei grösserem Markterfolg Kosten eingespart.

In dieser Betrachtung fehlt nach dem Ansatz dieser Arbeit der Kunde mit dessen Bedürfnissen. Wenn Qualität Chefsache ist, und nur an Produktivität und Fehlern gemessen wird, kann keine für den Kunden relevante Qualität entstehen. Diese von

MALORNY UND KASSEBOHM (1994) postulierte Definition von TQM ist zu Produktionsorientiert, und muss um die Marktaspekte *Kundennutzen*, resp. *Qualität für den Kunden*, ergänzt werden. Auf nachträgliches Prüfen muss in der Produktion zunehmend verzichtet und durch vorbeugende Prozessplanung ersetzt werden.

Die DIN 8402 (1994) definiert TQM als die auf der Mitwirkung aller Mitglieder beruhende Führungsmethode einer Organisation, die Qualität in den Mittelpunkt stellt und durch Zufriedenstellung des Kunden auf langfristigen Geschäftserfolg sowie auf Nutzen für die Mitglieder der Organisation und für die Gesellschaft zielt.

Es kristallisiert sich heraus, dass viele Unternehmen im Rahmen von Qualitätsverbesserungsprogrammen vor allem mit der Optimierung ihrer Prozesse beschäftigt sind, die Verbesserung aber nicht konsequent an einen externen Kundennutzen koppeln. Die Kundenorientierung bleibt in diesem Sinne auf eine Steigerung der quantitativen Produktivität beschränkt, was in wettbewerbsintensiven Märkten zwar notwendig ist, aber keinen langfristigen Markterfolg gewährleistet. Demgegenüber verfolgen aber z.B. japanische Unternehmen das Ziel einer permanenten Kostensenkung und Steigerung des Kundennutzens (Wert für den Kunden).

Analysiert man diejenigen Diskussionsbeiträge, die jeden Parameter getrennt betrachten, so lässt sich feststellen, dass lediglich der Faktor Qualität aus seiner traditionell eingeschränkten produktorientierten Sichtweise hinausgeführt wurde (Abb. 2.6) und sich heute auf alle Prozesse und Vorgänge eines Unternehmens bezieht. Die Kontrolle von Qualität muss an der richtigen Stelle ansetzten: In allen wesentlichen Entwicklungs- oder Produktionsschritten sollte eine Qualitätskontrolle der Elemente vorgenommen, und nicht, wie zum Teil immer noch praktiziert, erst am Ende eine umfassende Kontrolle des Ganzen ausgeführt werden.

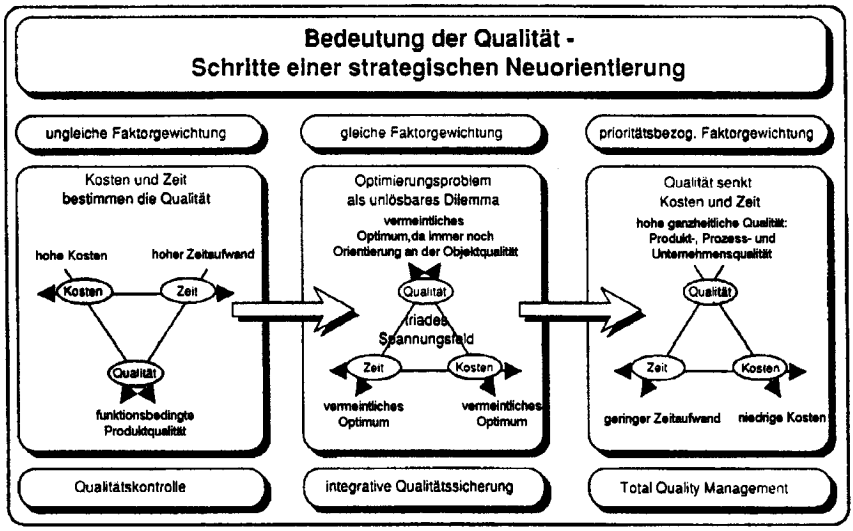


Abb. 2.6: Von der Kosten- und Zeit- zur ganzheitlichen Qualitätsorientierung (nach MALORNY UND KASSEBOHM, 1994)

Hohe Prozessqualität bedeutet hohe Prozessfähigkeit, d.h. gegen Störungen nicht anfällige, robuste, statistisch beherrschbare Prozesse. So kann im Fertigungsablauf auf Bestände und Puffer aller Art soweit verzichtet werden, wie diese benötigt werden, um Schwankungen in der Durchlaufzeit (z.B. infolge qualitässichernder Massnahmen bzw. Nacharbeit) abzufangen. Ist die Durchlaufzeit grösser als die Lieferzeit, muss allerdings eine Lagerhaltung erfolgen. Prozessorientiertes Qualitätsdenken führt über den Weg der ständigen Verbesserung zur Verringerung des Fehlleistungsaufwandes.

In diesem Zusammenhang ist der Ausdruck „KAIZEN" wichtig. Die japanische KAIZEN-Philosophie hat ihren Ursprung im ZEN-Buddhismus und erstreckt sich auf ständige Verbesserungen im politischen, gesellschaftlichen, kulturellen und privaten Bereich wie auch auf Verbesserungen im Arbeitsleben. Nötig dazu ist in der europäischen Kultur eine Umstellung im Denken und Handeln zum Beispiel im qualitätsbewussten Arbeiten, im Offenlegen von Problemen und Fehlern (SIMON, 1994). Ein Bestandteil der KAIZEN-Philosophie und -Strategie ist der (auch der westlichen Denkweise nicht fremde) kontinuierliche Verbesserungsprozess (KVP):

- KAIZEN ist ein Oberbegriff für sämtliche Verbesserungsaktivitäten in allen Bereichen des Unternehmens, während
- KVP eine Aufgabe innerhalb von KAIZEN zur ständigen Verbesserung der eigenen Arbeit in kleinen und kleinsten Schritten kennzeichnet. Sie
    - schliesst alle Mitarbeiter in die Gestaltungsarbeit und in die Verantwortung ein,
    - ist durch kleine Schritte erfolgreich und kann mit geringem finanziellen Aufwand realisiert werden,
    - soll die Arbeitsabläufe, Arbeitsmethoden, Arbeitsverfahren und Arbeitsprozesse, die Arbeitsplätze und die Arbeitsumgebung sowie die Qualität der Produkt/Dienstleistungen ständig verbessern und Verschwendungen aller Art minimieren und
    - findet in Produktion und Verwaltung statt.

Der Prozess der schrittweisen Verbesserung wird im Deming-Zirkel dargestellt (Abb. 2.7).

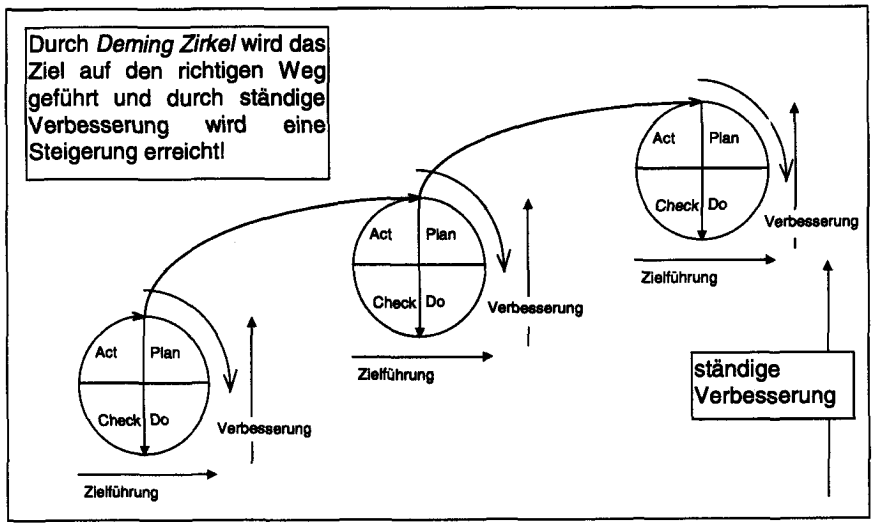


Abb. 2.7: Der Deming-Zirkel als Zielführungsinstrument für den KVP, zur Spirale erweitert (nach SIMON, 1994).

Die vier Schritte lassen sich wie folgt detaillieren:

- *Plan:*
  - Themen wählen gemäss Zielvorgabe
  - Daten sammeln
  - Ursachen analysieren
  - Ziele festlegen
  - Ideen sammeln
  - Lösungsmethoden festlegen
  - Aktionsplan erstellen (wer, was, wo, wann)
- *Do:*
  - Aktionsplan durchführen
  - Zwischenergebnisse ermitteln
- *Check:*
  - Ergebnisse erfassen (was hat sich verändert)
- *Act:*
  - Aktion zusammenfassen
  - Ergebnisse visualisieren
  - Überprüfen der Ergebnisse
  - nächste vermutete Ursache wählen

Durch KVP kann ein Umdenken von der Ergebnisorientierung zur Prozessorientierung erreicht werden. Voraussetzung ist unter anderem eine Kompetenzübertragung an die Gruppe oder den einzelnen, bei Bedarf einen externen Moderator oder Spezialisten beiziehen zu können.

Nach HEMPFLING (1995) lauten die Kerngedanken von TQM wie folgt:

- *„Leadership in Customer-Driven Quality"*
  (Führungsrolle in kundenbestimmter Qualität, Kunden und qualitätsorientierte Unternehmensführung): Alles Denken und Handeln muss auf die vom Kunden gestellten Anforderungen und Wünschen ausgerichtet sein. Alle mit dem Kunden getroffenen Vereinbarungen müssen genau eingehalten bzw. möglichst übertroffen werden.

- *Einbinden der Mitarbeiter und des Managements*:
  Die Umsetzung der Qualitätsstrategien und -ziele erfordert erheblich mehr Aufwand und Zeit als deren Formulierung. Vor allem sind dafür gut ausgebildete und engagierte und motivierte Mitarbeiter erforderlich (Anmerkung: zur Übernahme von Eigenverantwortung und „Mitdenken"), die zusätzlich noch einen Umdenkprozess hinter sich bringen müssen. Eine entsprechende Einbindung der Mitarbeiter ist genauso erforderlich wie die Anerkennung und Würdigung von Leistungen.

- *Mittel zur Zielerreichung verfügbar machen*:
  Ohne die notwendigen Voraussetzungen von Arbeitsmitteln und Einrichtungen kann keine Spitzenqualität erzielt werden. Insbesondere darf nicht an der Aus- und Weiterbildung gespart werden. Die heutigen technischen Möglichkeiten zur Verbesserung von Information in Unternehmen bzw. zur Rationalisierung in verschiedenen Bereichen sind ebenso konsequent zu nutzen, um nicht gegenüber dem Wettbewerb ins Hintertreffen zu geraten.

- *Verbesserung von Prozessen*:
  Die Prozessqualität ist von entscheidender Bedeutung, denn fehlerfreie Prozesse führen zu fehlerfreien Produkten und Dienstleistungen. Unter Prozessen ist dabei nicht nur ein Fertigungsprozess, sondern allgemein auch der Ablauf von verschiedenen Tätigkeiten im Unternehmen, wie etwa die Produktentwicklung, die Beschaffung oder die Angebotserstellung zu sehen. Ablaufprozesse setzen sich aus vielen Arbeitsschritten zusammen. Eine „Null-Fehler Qualität" (6-Sigma-Qualität d.h. 3,4 Fehler pro Million Vorgänge oder Produkte) kann nur erreicht werden, wenn sämtliche Einzelschritte fehlerfrei durchlaufen werden. Die in diesem Gedanken enthaltene Strategie der ständigen Verbesserung (KAIZEN/KVP) ist als permanente Einrichtung zu institutionalisieren.

- *Zufriedenheit der Mitarbeiter ermitteln und verbessern*:
  Eine erfolgreiche Einführung von TQM steht und fällt mit den Mitarbeitern(sie sind die Kunden im Betrieb). Deren Verhalten ist in Erfahrung zu bringen, zu veröffentlichen und zu verbessern. Erfolge, aber auch Misserfolge sollen deutlich angesprochen werden.

- *Zufriedenheit der Kunden ermitteln und verbessern*:
  Der Kunde ist das Mass aller Qualitätsbemühungen. Dabei definiert der Wettbewerb täglich neu, was alles möglich ist. Wer am Markt bestehen will, muss daher die Erwartungen der Kunden genau kennen und sich darauf einstellen. Dabei sind heutige und künftige Produkte und Dienstleistungen genau so wichtig wie etwa die Bearbeitung von Reklamationen und die Einhaltung von Vereinbarungen.

- *Unterstützende Systeme und Methoden*:
  Zur Unterstützung der Einführung eines TQM-Systems bzw. einiger TQM-Elemente bieten sich erprobte Methoden an. Als Beispiel sei das Regelwerk ISO 9000 genannt.

Die simultane Verfolgung der Unternehmensziele Qualität, Kosten und Zeit verlangt die Durchdringung des Unternehmens mit TQM-Konzepten - womit „Lean Management" und „Total Quality Management" gleichbedeutend werden.

Zusammenfassend: TQM kann nicht als Methode an sich, eher als Programmatik verstanden werden. Die Einführung von TQM hat daher zwei Stufen: Stufe eins ist die Umgestaltung der Denk- und Willenshaltung aller Mitarbeiter des Unternehmens und Stufe zwei die Erarbeitung und Realisierung der für das Unternehmen angepassten Methoden zur Gewährleistung einer ständigen Verbesserung.

2.3.2 Quality Function Deployment

Die ersten Ansätze des Quality Function Deployment (QFD) wurden bereits 1966 von Yoji Akao in Japan vorgestellt. Als erste industrielle Anwendung der Methode gelten die in 1972 von der Mitsubishi Heavy Industries Kobe Schiffswerft veröffentlichten Qualitätstabellen. Danach erfuhr die Methode zunächst in Japan eine rasche Verbreitung. Etwa 1980 wurde QFD auch in den USA, vor allem durch das American Supplier Institute (ASI) aufgegriffen und in den Folgejahren an die Industrie vermittelt. Mit dem QFD wurde eine Umsetzungsmethode für die im TQM aufgestellten Forderungen geschaffen (MAI, 1994). Eine Einführung in die Geschichte und die Methode des QFD, insbesondere des „House of Quality" geben HAUSER UND CLAUSING (1988).

Eine Unterteilung der Kundenanforderungen in die folgenden drei Klassen ist üblich (MAI, 1994):

- *Erwartete Kundenanforderungen (expecters)*
  Erwartete Anforderungen werden vom Kunden nicht mehr explizit erwähnt. Der Kunde setzt aufgrund seiner Erfahrung als selbstverständlich voraus, dass das Produkt diesen Anforderungen genügt. Darunter fallen vor allem Eigenschaften, die einen angemessenen Umgang mit dem Produkt sicherstellen, oder die Einhaltung allgemein anerkannter Standards und Normen, die das Produkt selbst jedoch nicht näher charakterisieren. Diese Klasse enthält Grundanforderungen an ein Produkt, die demnach nicht als Kaufargument dienen.

- *Ausgesprochene Kundenanforderungen (spokens)*
  Die Anforderungen dieser Klasse werden vom Kunden explizit dargestellt und sind direkter Verhandlungsgegenstand. Sie können vom Kunden zum direkten Vergleich verschiedener Angebote herangezogen werden. Allerdings reicht die Erfüllung dieser Anforderungen in vielen Branchen immer weniger dazu aus, den Kunden zum Kauf des eigenen Produktes zu bewegen, da sich diesbezüglich oft kaum noch Unterschiede zwischen den Angeboten verschiedener Wettbewerber finden.

- *Unerwartete Produkteigenschaften (exciters)*
  Diese Eigenschaften werden vom Kunden weder ausgesprochen noch gefordert. Das Nichtvorhandensein dieser Eigenschaften wird vom Kunden zunächst nicht negativ bewertet. Beim Vergleich der Angebote ver-

schiedener Wettbewerber kommt diesen unerwarteten Eigenschaften allerdings eine immer stärkere Bedeutung zu, da sie in zunehmendem Masse die einzigen Unterscheidungsmerkmale sind. Unerwartete Eigenschaften, positive Überraschungen sind das, was die Leute dazu bringt, ein bestimmtes Produkt zu kaufen. Bewährt sich das Feature, wird es zur ausgesprochenen Erwartung, dann zur unausgesprochenen.

GUINTA UND PRAIZLER(1993) erweitern diese Liste um eine vierte Klasse:

- *Unausgesprochenen Kundenanforderungen (unspokens)*
  Ähnlich wie die vorausgesetzten Anforderungen geht es dabei um Produkteigenschaften, die aber entweder
  - *vergessen* wurden zu erwähnen
    Kunden können nicht alle Anforderungen verbalisieren. Häufig vergessen sie, im Moment nicht so wichtig erscheinende Eigenschaften explizit zu nennen.
  - *absichtlich* nicht erwähnt wurden
    Kunden können absichtlich erwünschte Eigenschaften nicht erwähnen, um die Befrager „zu testen" („mal schauen, ob sie auch an diese Eigenschaft gedacht haben", oder „die wollen mir was verkaufen, also sollen sie selber rausfinden, was ich eigentlich will"). Weiter kann es sein, dass die Benutzer nicht wollen, dass gewisse Wünsche an eine Firma weitergegeben werden.
  - *nicht umschreibbar* waren
    Entweder es erscheint dem Benutzer dumm, gewisse Dinge zu fordern, oder er kann sie nicht in Worten ausdrücken.

Die Tatsache, dass der Aufwand zur Gewinnung eines neuen Kunden um ein Vielfaches höher ist als der Aufwand zum Erhalt eines bereits vorhandenen, ist das Hauptmotiv für die Zufriedenstellung des Kunden. KANO (zitiert in MAI, 1994) hat den Zusammenhang zwischen Erfüllung der Kundenwünsche und der Kundenzufriedenheit in einem nach ihm benannten Modell zusammengestellt (Abb. 2.8). Der Zeitfaktor im Kano-Modell verdeutlicht die Notwendigkeit, ständig nach neuen Begeisterungsfaktoren zu suchen, um diese anbieten zu können, möglichst bevor sie zur Leistungsfunktion oder gar Basisfunktion geworden sind. Darin kommen die Bedeutung und der Werdegang von Innovation zum Ausdruck.

Usability ist zum heutigen Zeitpunkt teilweise eine „unspoken" oder „spoken" Eigenschaft eines Produktes, aber in vielen Bereichen noch ein „exciter". Dies bedeutet, dass Usability Engineering entweder eine zwingende Notwendigkeit darstellt, da sie eine vom Kunden verlangte Eigenschaft gewährleistet, oder durch die erzielten Produkteigenschaften zu Wettbewerbsvorteilen führen kann. Diese Erkenntnis zeigt auf, wo gerade die Schweizer Industrie eine Chance hat, im Markt zu bestehen.

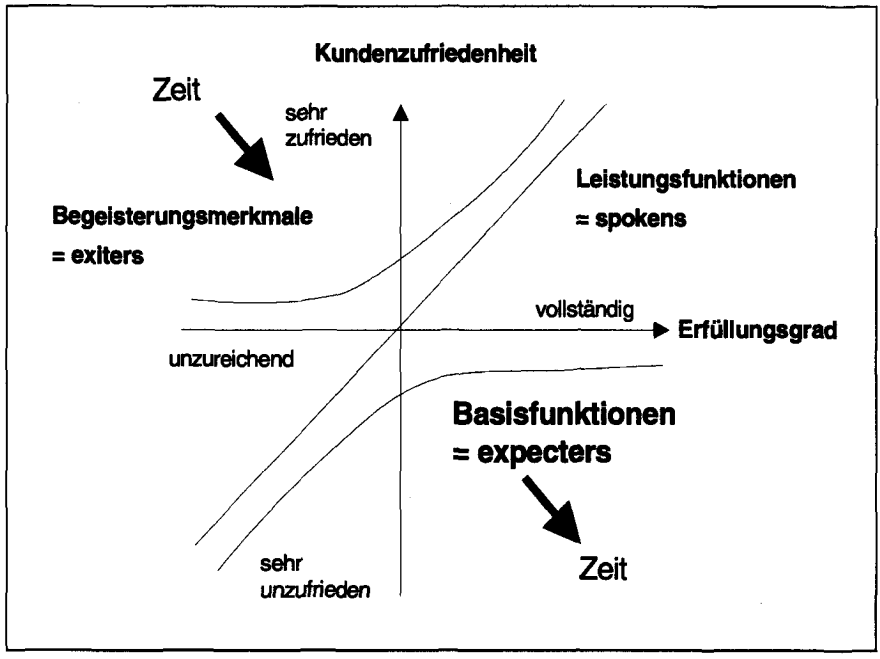


Abb. 2.8: Kano-Modell der Kundenzufriedenheit (nach MAI, 1994)

Der QFD-Prozess beginnt mit der Erfassung der Kundenanforderungen an ein Produkt. Diese Informationen, die in der Regel hauptsächlich vom Marketing bereitgestellt werden, liegen zunächst in einer Form vor, die nicht direkt zur Umsetzung in Qualitätsmerkmale geeignet ist. Das liegt unter anderem daran, dass eine Kundenaussage oft viele verschiedene Qualitätsaspekte beinhaltet bzw. oft latente Qualitätsforderungen enthält. Beispiele dafür sind Aussagen wie "das Produkt soll leicht zu bedienen sein" oder „das Produkt soll sicher im Umgang sein" (MAI, 1994).

2.3.3 ISO 9000

Die Normenreihe ISO 9000 definiert Begriffe und beschreibt die das Qualitätswesen betreffenden Abläufe. Dabei beschränkt sie sich allerdings auf die technokratische Beschreibung der Aufgaben und ist vor allem produktbezogen gestaltet.

BULLINGER ET. AL. (1993) meinen zur ISO 9000: Die Beweggründe für eine Zertifizierung sind unterschiedlich, manche Unternehmen, die durchaus schon wirksames Qualitätsmanagement betreiben, reagieren auf Anforderungen des Marktes oder einzelner Grosskunden, manche schaffen sich durch ein Zertifikat Vorteile im Marketing ihrer Produkte und Dienstleistungen, andere sehen im ISO-Projekt den ersten Schritt auf dem Weg zur Qualitätsdurchdringung des gesamten Unternehmens. Denn obwohl Bedeutung und Eignung der Norm durchaus kontrovers diskutiert werden, veranlasst eine Zertifizierung nach ISO 9000ff. zweifelsohne ein Unternehmen, sich intensiv mit seinem Qualitätsbewusstsein auseinanderzusetzen - für viele ein Anlass zum Aufbruch in Richtung TQM.

Auf alle Fälle muss jedoch verhindert werden, dass die Qualitätsmanagement-Dokumentation zu einer Erstarrung und Bürokratisierung der Abläufe führt; gerade im Dienstleistungsbereich muss Qualität immer wieder anhand der Erwartungen der Kunden definiert werden, die Einhaltung statischer Richtlinien und Standards führt schnell ins Abseits.

Das GAP-Modell identifiziert Schnittstellen im Prozess der Dienstleistungserstellung, an denen Kommunikationslücken („Gaps") auftreten können, deren Summe in einer Diskrepanz zwischen der vom Kunden erwarteten und der empfundenen Qualität resultiert (Abb. 2.9).

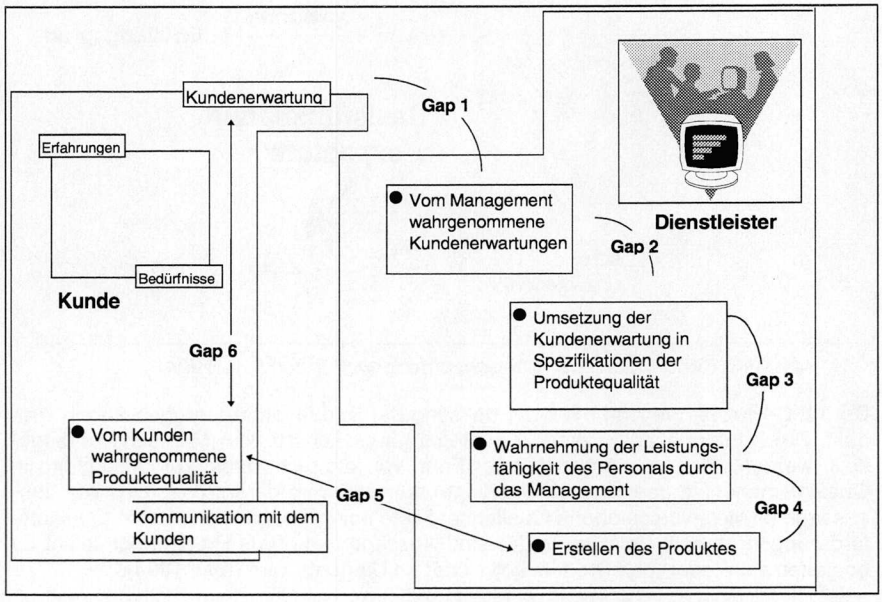


Abb. 2.9: Das GAP-Modell der Dienstleistungsqualität (nach BULLINGER ET AL., 1993).

Im einzelnen bezeichnen die Gaps die folgenden Diskrepanzen:

- *Gap 1*
  Diskrepanz zwischen Kundenerwartung und deren Wahrnehmung durch das Management des Dienstleisters;
- *Gap 2*
  Diskrepanz zwischen der Wahrnehmung der Kundenerwartung durch das Management und der Umsetzung dieser Wahrnehmung in die Spezifikation der Dienstleistung;
- *Gap 3*
  Diskrepanz zwischen der durch das Management wahrgenommenen und der effektiven Leistungsfähigkeit des Personals;

- *Gap 4*
  Diskrepanz zwischen der Spezifikation der Dienstleistung und der tatsächlichen erstellten Dienstleistung;
- *Gap 5*
  Diskrepanz zwischen der erstellten Dienstleistung und der Darstellung der Dienstleistung dem Kunden gegenüber;
- *Gap 6*
  Summe der Gaps 1-5, also die Diskrepanz zwischen den Erwartungen des Kunden und der von ihm wahrgenommenen Qualität der Dienstleistung.

Die Beurteilung der Qualität einer Dienstleistung hängt nicht nur von der Ausführung der Dienstleistung, sondern ebenso von den *individuellen Erwartungen* der einzelnen Kunden ab, so dass identisch ausgeführte Dienstleistungen völlig unterschiedlich beurteilt werden können. Dennoch ist diese „subjektive" Beurteilung aus Kundensicht der objektive Massstab, an dem sich ein Dienstleistungsunternehmen orientieren muss. Folgende Methoden zur Erfassung der Kundenzufriedenheit werden beschrieben:

- *Vergleich von Ist- und Sollwerten bezüglich der Kundenerwartungen*:
  Vor allem wird dabei der Handlungsbedarf erfasst, was verbessert oder verändert werden muss oder kann, damit die Kundenzufriedenheit steigt. Nachteil: Überzogene Kundenerwartungen können bewirken, dass an sich genügende Qualität als negativ bewertet wird.
- *Penalty-Award Faktoren*:
  Erfüllung von unerlässlichen Kriterien fallen aus der Wertung (kein Bonus), während Defizite zu „Strafpunkten" führen. Echte Zusatzleistungen führen zu einer Gutschrift (Award), deren Nicht-Vorhandensein aber zu keinem Punkteabzug.
- *ereignisorientierte Methoden*:
  Kundenfeedback positiver wie negativer Art werden genutzt, um Informationen über das Produkt zu erhalten.
- *Systematisches Beschwerdemanagement*:
  Erfassung der Kundenbeschwerden (z.B. von der Hotline, Kundendienst). Durch Behebung der von Kunden geäusserten Mängel steigt das Vertrauen in das Produkt, die Kundentreue nimmt zu. Zudem hat das Unternehmen die Hand am „Puls des Kunden" und kennt seine Bedürfnisse und Erwartungen.

Seit dem Ende der achtziger Jahre gilt eine prozessorientierte Qualitätssicherung als Voraussetzung um eine hohe Produktqualität zu erreichen.

2.3.4 Weitere Konzepte

Beim *Prototyping* werden frühzeitig ablauffähige Modelle des zukünftigen Anwendungssystems erstellt und für weitere Verbesserungen verwendet. Auch der Software-Entwicklungsprozess (siehe auch Kapitel 2.4) muss auf dieses Vorgehen abgestimmt sein. Der erstellte „Prototyp" schafft eine gemeinsame Kommunikationsbasis zwischen den Entwicklern, unterstützt das frühzeitige Entdecken fehlerhafter Anforderungen, und erlaubt es insbesonders, frühzeitig die Durchführbarkeit der Sy-

stementwicklung zu beurteilen und mit dem Feedback von zukünftigen Anwendern die Spezifikation zu verfeinern und zu verbessern.

Man unterscheidet zwischen explorativem, experimentellem und evolutionärem Prototyping. Häufig werden mehrere jeweils funktional erweiterte Prototypen erstellt. Die Untersuchung industrieller Softwareprojekte, in denen Prototyping eingesetzt wurde, hat ergeben, dass Prototyping sowohl für die Produktqualität als auch für die Qualität des Entwicklungsprozesses förderlich ist, insbesondere wenn allen Beteiligten die Möglichkeiten und Grenzen dieses Ansatzes bewusst sind, die organisatorischen Rahmenbedingungen auf dieses Vorgehen abgestimmt sind und geeignete Werkzeuge eingesetzt werden (KIEBACK ET. AL., 1992).

Für den Software-Entwicklungsprozess gilt (GIERSZAL UND LEBSANFT, 1993): Der Entwicklungsprozess bestimmt die Eigenschaften des Produktes (= das Resultat des Prozesses), und damit auch dessen Qualität nachhaltig. In der heutigen Praxis hat sich als Mass für die Prozessqualität bei der Software-Entwicklung die Skala der fünf Reifegradstufen („Maturity Levels") nach Humphrey bewährt. Dieser unterscheidet (HOHLER, 1995):

1. *Initial Process*
   Auf dieser Stufe herrscht weitgehend Chaos. Es gibt keine Vorgehensweise bei der Software-Erstellung und -wartung. Es werden keine Kosteneinschätzungen gemacht, noch gibt es einen Projektplan.
   Organisationen mit diesem Reifegrad müssen zunächst Projektmanagement, Konfigurationskontrolle und Qualitätsmanagement einführen, wenn sie ihren Prozess verbessern wollen.
2. *Repeatable Process*
   Unterscheidet sich von Stufe 1 dadurch, dass ein einmal erzielter Erfolg wiederholbar ist. Ein definierter Prozess ist bereits implementiert, die Abhängigkeit von Einzelpersonen gegenüber Stufe 1 deutlich vermindert. Zum Aufstieg in die Stufe 3 wird die Einführung einer Software-Prozess-Gruppe empfohlen.
3. *Defined Process*
   Der Software-Prozess ist auf dieser Stufe standardisiert und konsistent sowie reproduzierbar. Es bleibt aber schwierig, zwei Projekte zu vergleichen, da Kennwerte fehlen.
   Der Weg zu Stufe 4 erfordert Metriken. Es ist notwendig, vordefinierte Messwerte im Software-Entwicklungsprozess festzulegen und zu erfassen.
4. *Managed Process*
   Produktivität und Qualität werden als Teil des Messprogramms für wichtige Prozessaktivitäten über alle Projekte erfasst. Die Qualität der Produkte ist voraussagbar und hoch. Die Software-Prozessfähigkeit kann als quantifizierbar und prognostizierbar bezeichnet werden.
5. *Optimising Process*
   Auf dieser Stufe ist die gesamte Organisation auf kontinuierliche Prozessverbesserung ausgerichtet. Prozesssteuerung ist nun erstmals im wahrsten Sinne des Wortes möglich.

Dieses auch als *Capacity Maturity Model* (CMM) bekannte Modell beschreibt HOHLER (1995) in seiner Übersicht über Software. Er findet in den USA nur Firmen bis zum Reifegrad 3, wobei 74% der Firmen im Reifegrad 1 stehen.

2.4 Anwendung auf Software

Bis vor kurzem war noch umstritten, ob Software überhaupt als ein Produkt betrachtet werden soll oder ob sie eher eine Dienstleistung darstellt. Heute wird Software generell als ein immaterielles Produkt angesehen. Vielfach versteht man unter Software Programme, die auf einer Hardware lauffähig sind und das so entstandene Computersystem zur Lösung verschiedener Aufgaben nutzbar machen (HOHLER, 1993). Software besteht aber vielmehr aus:

- maschinell gespeicherten Instruktionen (Programmen),
- Vereinbarungen über Eigenschaften der zu verarbeitenden Daten,
- Dokumenten, die zur Nutzung und Wartung erforderlich sind.

In ISO 9000, Teil 3 heisst es dazu:

- *Software:*
  Geistiges Produkt, das aus Programm, Verfahren und allen dazugehörenden Beschreibungen besteht, die zur Arbeit mit einem Datenverarbeitungssystem gehören. Software ist unabhängig von dem Medium, auf dem sie gespeichert ist.
- *Softwareprodukt:*
  Vollständiger Satz von Computerprogrammen, Verfahren und dazugehörenden Beschreibungen und Daten, der zur Lieferung an den Anwender bestimmt ist.

Ansätze zur Umsetzung des Qualitätsgedankens wurden schon gemacht. BARNETT ET AL. (1992) sowie BYRNE AND BARLOW (1993) wendeten das *House of Quality* auf die Software-Entwicklung an. LUNDELL UND WILLIAMS (1993) berichten über den Versuch, QFD in den Entwicklungsprozess einzubeziehen. Sie fanden folgende positive Aspekte:

- Interdisziplinärer Einbezug anderer Teammitglieder
- Kundenanforderungen rücken ins Zentrum des Entwicklungsprozesses
- Überprüfung der Anforderungen und Benutzungsoberflächengestaltung werden mit dem Kunden durchgeführt,
- Usability-Tests werden in den Entwicklungsprozess integriert.

Als problematisch wurden folgende Punkte genannt:

- benötigte Zeit und Ressourcen für die ersten Kundengespräche,
- komplexe QFD-Matrix

ALA-SIURU (1993) betont die Wichtigkeit des interdisziplinären Arbeitens mit Vertretern aus Marketing, Engineering und Produktion. Als positive Aspekte der Anwendung von QFD-Methoden nennt er:

- besseres Verständnis des Kunden/Benutzers,

- bessere Übereinstimmung zwischen den Kundenanforderungen und technischen Systemcharakteristiken,
- die Beziehung zwischen verschiedenen Benutzergruppen und verschiedenen technischen Implementationstechniken sind klar zu sehen,
- bessere Teamarbeit
- bessere Dokumentation (die Entscheidungsmatrix dient als Dokumentation der Designphilosophie)

SANDERS (1993) fand, dass achtzig Prozent aller neuen Produkte kurz nach der Markteinführung bereits scheitern. Sie führt dies auf das fehlende Verständnis der Kundenbedürfnisse und -wünsche zurück. Dies ist vermutlich ein etwas einseitiger Schluss, sind doch auch andere Ursachen denkbar und wahrscheinlich. Usability testing ist nicht das einzige Mittel, das nötig ist, um dieses Defizit zu beheben. Verschiedene Faktoren im Umfeld der Benutzung müssen berücksichtigt werden. Eine differenzierte Betrachtung ist dazu nötig: Ein *nützliches* (useful) Produkt wird vom Kunden gebraucht und verwendet. Ein *brauchbares/verwendbares* (usable) Produkt kann einfach eingesetzt werden, oder dessen Einsatz ist leicht zu erlernen. Ein *wünschbares* (desirable) Produkt ist ein Produkt, das der Kunde will. Das ideale Produkt vereinigt alle Aspekte in sich (zum Beispiel das Paar Lieblingsschuhe). In der Vergangenheit genügte es, zwei dieser Eigenschaften in einem Produkt zu vereinigen, um einen Erfolg im Markt zu haben. Video-Recorder zum Beispiel sind nützlich und erwünscht, selten aber brauchbar. Küchenmaschinen sind häufig verwendbar und erwünscht, oft aber nicht besonders nützlich. Produkte, die verwendbar und nützlich sind, vermeiden wir wenn immer möglich zu kaufen. Zu ihnen gehören z.B. Hilfsmittel, die für die ältere Bevölkerung gedacht sind. WALSH (1993) sieht die Gefahr der direkten Befragung von Benutzern nach ihren Erwartungen an ein gutes System darin, dass ausgesprochene Wünsche meist in eine Erwartungshaltung führen, die Wünsche werden somit zu ausdrücklichen Forderungen. ZURWELLE (1993) beschreibt den Entwicklungsprozess unter starkem Benutzereinbezug: Alle Phasen der Entwicklung sollten in Kontakt mit den Anwendern stattfinden. Wichtiger als Marktstrategie ist für MACKAY (1988) die Humanisierung der Verkaufsstrategie.

WHITNEY (1988) findet, dass multifunktionale Teams das wohl effektivste Mittel zum Erreichen eines guten Designs sind. Das Team sollte unter anderem Studien zum Design für Produzierbarkeit und Usability durchführen, um prüfen zu können, ob diese Aspekte verbessert werden können, ohne die Funktion zu vermindern. Produktions- und andere Ingenieure sollten ein Mitspracherecht beim Produkt-Charakter haben, um sicherzustellen, dass ein Produkt beim Anwender repariert werden kann, und dass vom Anwender keine aussergewöhnlichen Fähigkeiten verlangt werden. Generell muss im Produktionsprozess darauf geachtet werden, dass ein Produkt so gestaltet wird, dass seine Herstellung wie auch seine Nutzung nicht unnötig fehleranfällig ist. Dies gilt im übertragenen Sinne auch für Software, wo der *Entwicklungs*prozess nicht unnötige Fehlbedienungen in der Anwendung bewirken sollte.

SHAPIRO (1988) berichtet, dass zum Teil Tonbandaufnahmen von telefonischen Kundenreklamationen im Betrieb verteilt werden, um das Feedback über Produktqualität aus der Sicht des Kunden möglichst breit zu streuen. Dies stimuliert neue Ideen, Produkt- und Serviceverbesserungen. Für das höhere Kader reicht dies aber nicht. Hier sind Besuche beim Kunden (Anwender) das empfohlene Mittel, um ein Gefühl

für die Bedürfnisse vor Ort zu entwickeln. Die Möglichkeit, den Anwender beim Gebrauch des Produktes zu beobachten, steigert das Verständnis für die Bedürfnisse und Anforderungen ungemein. Die Zusammenarbeit von Produktion und F&E (wie auch Verkauf und Kundendienst), kann dies weiter steigern. Shapiro stellt eine Selbst-Evaluations-Checkliste auf, die allerdings wieder frei von Aspekten des Benutzers ist. Produkt-Performance, Service etc. werden genannt, die Anwenderfreundlichkeit wird nicht erwähnt. Daraus ist zu schliessen, dass diese Aspekte auch bei Managementspezialisten zwar im Ansatz bekannt, aber nicht bis in die letzte Konsequenz verinnerlicht sind.

In einer Übersicht berichten HAAG ET AL. (1996) über den Einsatz von QFD in der Software-Entwicklung bei grösseren Softwarefirmen. Sie kommen zum Schluss, dass Software Quality Function Deployment (SQFD) bei DEC, AT&T, Hewlett-Packard, IBM sowie Texas Instruments in den letzten Jahren zwar sehr erfolgreich eingesetzt wurde, aber nach wie vor keine allgemein gebräuchliche Methode darstellt. Die im Artikel zitierte Literatur weist ferner darauf hin, dass es offenbar nur einen Anlass gab, an dem zu diesem Thema überhaupt Beiträge zu finden waren. Der Bericht weist auf die Vorteile des Vorgehens hin und schliesst, dass die Methode aufgrund der positiven Erfahrungen in Zukunft starke Verbreitung finden wird.

In verschiedenen Phasen besteht die Notwendigkeit, die Bedürfnisse des Endbenutzers mit einzubeziehen. RAUTERBERG ET AL. (1995) zeigen auf, dass traditionellerweise die Planungsphase (problem analysis, conception) mit wenig Aufwand betrieben, für das Programmieren aber sehr viel Zeit aufgewendet wird. Damit wird die Gefahr in Kauf genommen, dass kostspielige Nachbesserungen (auch mit hohem Programmieraufwand) nötig sein können, die mit einem initial grösseren Planungsaufwand vermieden werden könnten. Eingeschlossen sind darin auch die Kosten für „Version 2" Produkte, bei denen nur die initialen Fehler ausgemerzt wurden. Wie wichtig der Benutzereinbezug und Testentwicklungen in Form von Prototyping sind, zeigen RAUTERBERG ET AL. (1995) deutlich auf. Ebenfalls wurden signifikant weniger Kosten- und Zeitüberschreitungen bei beiden Methoden nachgewiesen. Keine signifikanten Unterschiede bestehen hingegen zwischen aktiver (direkter Einbezug in die Entwicklung) und passiver (nur Evaluation von Ideen, „Beratung") Benutzerbeteiligung.

2.5 Umsetzung

Wie kann in praxisbezogenen, industriell geprägten Projekten dieser Prozess erfolgreich umgesetzt werden? In den Kapiteln 5 und 6 wird konkret aufgezeigt, wie mit *einem schrittweisen Vorgehen, mit häufigem Einbezug der Benutzer* und verschiedenen bekannten Untersuchungs- und Entwicklungsmethoden die Produktqualität massgeblich verbessert werden kann, ohne die Entwicklungszeit übermässig zu verlängern oder die Entwicklungskosten zu steigern. Am Ende soll ein allgemein anwendbarer Entwicklungsprozess stehen, der auf verschiedenartigste Projektinhalte anwendbar sein soll. Weiter sollen Erkenntnisse über Lücken in der angewendeten Methode aufgezeigt werden.

Grundlage des empfohlenen Prozesses sind die angeführten Überlegungen zu den Themen Qualität, Qualitätssicherung und Entwicklungsmethoden. Es wurde bis hierhin dargelegt, dass die heute entscheidende Qualität nur durch eine Ausrichtung auf die Bedürfnisse der Benutzer (der Kunden) erreicht werden kann. Dazu muss in einer ersten Phase der Benutzer analysiert und seine Bedürfnisse erfasst werden.

Anschliessend ist die vom Benutzer zu lösende Aufgabe resp. das zu lösende Problem zu erfassen, damit in der Folge das Produkt genau charakterisiert werden kann, resp. die Anforderungen daran formuliert werden können. Unter Berücksichtigung der üblichen Entwicklungsmethoden für interaktive Systeme (Anwendung software-ergonomischer Regeln, Prototyping, Benutzerinterviews, siehe Kapitel 3) und qualitätssichernder Massnahmen (wie z.B. Usability testing, siehe Kapitel 4) wird ein Vorgehen vorgeschlagen, das zu guten Resultaten auch bezüglich der Benutzungsfreundlichkeit führen soll. Dieser Ablauf ist summarisch in Abb. 2.10 abgebildet. Zu prüfen ist, an welchen Stellen eine Iteration, also ein mehrmaliges Durchlaufen eines Schrittes, angebracht ist.

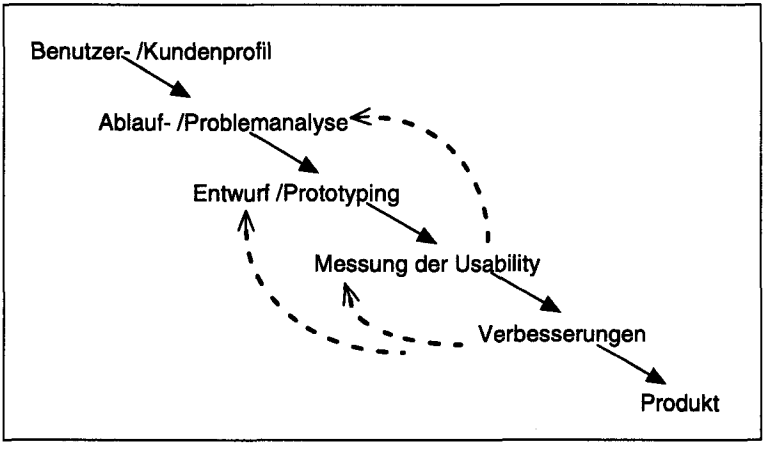


Abb. 2.10: Vorschlag für den Entwicklungsprozess eines Produktes, das aus Sicht des Benutzers optimal ist. Gestrichelt eingezeichnet sind mögliche Iterationsschleifen.

3 Software-Ergonomie

3.1 Grundlagen und Definitionen

Der relativ junge Teilbereich der Ergonomie, der sich mit der Benutzungsfreundlichkeit computergestützter Systeme beschäftigt, wird als *Software-Ergonomie*[6] bezeichnet. Die Software-Ergonomie hat es sich zur Aufgabe gemacht, Merkmale der benutzungs- und aufgabengerechten Software zu erforschen und Verfahren zur Unterstützung des Entwicklungsprozesses bei der Gestaltung von Benutzungsoberflächen zu entwickeln. Benutzungsfreundlichkeit bedeutet eine *Qualitätskontrolle* im Hinblick auf das *Verständnis von Funktion und Benutzungsstruktur* eines interaktiven Produktes, resp. eine *benutzungsorienterte* Entwicklung und Gestaltung des Produktes. Wichtig ist das Zusammenspiel von Mensch, Aufgabe, Technik und Arbeitsorganisation. Mit Software-Ergonomie ist mehr gemeint als nur die gestalterische Seite (Präsentation, Layout) der Software, obwohl dieser Aspekt gerade für ungeübte und unregelmässige Benutzer von grosser Bedeutung ist. Kennzeichnend für die Software-Ergonomie ist, dass sie von Vertretern verschiedener Disziplinen betrieben werden kann und soll. Interdisziplinarität ist geradezu eine Grundvoraussetzung, um die Gesamtheit aller Aspekte abdecken zu können (s. unten). Neben der Informatik ist die kognitive Psychologie, die Linguistik, die Arbeitswissenschaft, die Soziologie, aber auch die künstlerische Gestaltung bis hin zur Dramaturgie gefragt. Auf den künstlerischen Aspekt deuten Buchtitel wie "Computers as Theatre" (LAUREL, 1990) oder "The Art of Human-Computer Interface Design (LAUREL, 1990) hin.

Das Interesse an der Mensch-Computer-Schnittstelle ist gross. Dies zeigt sich in der Fülle der Publikationen, Journals und Bücher, sowie an der Anzahl wissenschaftlicher Kongresse zu diesem Thema. Die Schweiz bildet in dieser Hinsicht allerdings eine Ausnahme: Die wenigen Software-Ergonomen kämpfen nach wie vor um eine breitere Anerkennung, und stehen unter der Beweislast, dass ihre Tätigkeit auch wirklich nutzbringend ist. Die Ausbildung an der Hochschule in diesem Bereich ist schmal, und stösst auf mässiges Interesse. Der Benutzer wird, vor allem in der Informatik, leider häufig immer noch als notwendiges Übel betrachtet und gerade mal "in Kauf genommen".

Drei Grundrichtungen der Software-Ergonomie können definiert werden (MAAß, 1993):

- technischer Schwerpunkt
- kognitiv-psychologischer Schwerpunkt
- arbeitspsychologischer Schwerpunkt.

3.1.1 Technischer Schwerpunkt

Lange wurde die Software-Ergonomie als rein technisches Problem betrachtet und lag weitgehend in den Händen der Informatiker und Techniker. Leistung (Arbeit pro Zeit) war sowohl auf der Seite der Maschine (Reaktions- und Verarbeitungszeiten) wie auf der Seite des Menschen das wichtigste Kriterium. Neue Eingabemedien

---

[6] Da dieser Teilbereich viel mit der Wahrnehmung, Verarbeitung und Reaktion zu tun, wird sie auch als *kognitive Ergonomie* bezeichnet.

wurden rein aus diesem Blickwinkel erprobt und empfohlen, Software-Gestaltung aus ökonomischer Sicht beurteilt. Bildschirmgestaltungsvarianten wie Formulare oder Menüs wurden eingeführt, um mehr Effizienz bei der Bedienung zu erreichen (BALZERT ET AL., 1988). SHNEIDERMAN (1983) führte den Begriff *der direkten Manipulation* für Benutzungsoberflächen ein. Aktionen wurden nun durch Zeigen auf virtuelle Objekten ausgeführt, was zu einer neuen Art „Benutzungssprache" (Syntax) verbunden mit einer sofortigen Rückmeldung über ausgeführte Tätigkeiten führte. Das Kommando wurde durch eine Tätigkeit mit einem Werkzeug ersetzt, die für den ungeübten Benutzer durch die *Entlastung von der Syntax* der Benutzung einfacher zu verstehen war.

Der nächste Schritt in dieser Entwicklung war die Einführung von "Hypertext"-Strukturen, die nicht mehr einfache lineare Verknüpfungen von Informationen und Aktionen enthielten, sondern über viele Verbindungen netzartig verknüpft waren. Sie werden mit direkter Manipulation bedient, und erlauben dem Benutzer eine individuelle Betrachtung der enthaltenen Informationen. Durch die Einbindung von Bildern, animierten Sequenzen, Videofilmen und Audio wurden aus diesen Hypertextsystemen bald einmal Multimedia-Systeme, deren Erforschung ein neues Arbeitsgebiet bilden. Der jüngste Bereich dieser Entwicklung lässt sich mit dem Begriff "virtual reality" beschreiben. Dieser Bereich ist heute eher noch den Spielereien zuzuordnen. Für eine sinnvolle Anwendbarkeit für breitere Kreise muss noch viel Arbeit, vor allem auch im Bereich der Ergonomie, geleistet werden.

Ein Ziel der Betrachtungsweise mit technischem Schwerpunkt ist die Bereitstellung von Werkzeugen zur Entwicklung und Realisierung von Benutzungsschnittstellen (user interface management systems UIMS, toolkits). Die Idee ist, durch vordefinierte Elementsammlungen und deren Verknüpfung die Entwicklung zu lenken und zu verbessern. Ob die scharfe Trennung von Benutzungsoberfläche und Arbeitsinhalt und -ablauf sehr sinnvoll ist, scheint fraglich. Der Vorteil liegt sicher bei der Gestaltung jener Anwendungen, die sich an ein standardisiertes Aussehen und Funktionieren (MS Windows, Macintosh) halten. Der Standard wird aber unbesehen übernommen. Für die Forschung ist dieser Ansatz sicher nicht stimulierend.

3.1.2 Kognitiv-psychologischer Schwerpunkt

Die Forschung aus diesem Blickwinkel beschäftigt sich mit den Fragen der Wahrnehmung und der Verarbeitung der Information am Bildschirm durch die Benutzer. Die entsprechenden Theorien werden auf die Analyse und die Gestaltung von Systemen angewendet. Dies führt unter anderem zu Aussagen über die Gestaltung von Piktogrammen als bildliche Darstellung von Systemobjekten, Regeln für den konsistenten Aufbau von Bildschirmmasken und Aussagen über die optimale Tiefe von Menübäumen. Andere Untersuchungen zum Lernen und Benutzen von Interaktionssprachen ergeben Gestaltungshinweise für Vokabular und Syntax solcher Sprachen. Insbesondere wird angeregt, die Benutzer zu eigenständigem Explorieren von Systemen anzuregen und sie dabei zu unterstützen (FRESE, 1988).

Die Diskussion um die direkte Manipulation ist erst nach deren technischen Realisierung entstanden. Diese Interaktionsart wurde nach ihrer Einführung aus kognitiv-psychologischer Sicht betrachtet, und deren Erfolg analysiert und begründet. Die Definition von SHNEIDERMAN (1983) wurde erst nach der Entwicklung der direkten Manipulation geprägt. Wichtig ist auf jeden Fall, dass Systeme *transparent* und *konsistent* ausgelegt sind. Benutzer müssen sehen können, was sie mit dem System machen können und was ihre Eingaben bewirkt haben. In diesen Zusammenhang

gehört auch die Frage, wie wichtig Metaphern sind, um bestimmte Aspekte des Systemverhaltens verständlich zu charakterisieren.

Die Modellierung der Benutzer und der Abläufe der Benutzung bilden ein weiteres Kapitel in diesem Zusammenhang. Das bekannteste und gleichzeitig umstrittenste Modell ist das GOMS-Modell (Goals, Operators, Methods and Selection rules) von CARD ET. AL. (1983). Menschliches Problemlösen wird dabei als zielgerichtete Tätigkeit angesehen: Es muss eine Sequenz von Operatoren gefunden werden, die einen gegebenen Anfangszustand in den gewünschten Zielzustand überführen. Der Mensch wird als reine Informationsverarbeitungsmaschine angesehen.

Das GOMS-Modell steht für eine eigene Richtung in der kognitiv-psychologischen Software-Ergonomie, die eine quantitative Aussage fordert. Damit sollen "harte" Daten geliefert werden, welche auf eine breitere Akzeptanz stossen. Die Nachteile dieses Ansatzes sind die Reduktion der Betrachtung auf das Niveau des Tastendruckes, sowie die Einschränkung, dass Aussagen ausschliesslich über fehlerfreies Expertenverhalten gemacht werden können. Der Aspekt des Lernens wird dabei nicht modelliert. Eigentlich gilt aber das Interesse der Software-Ergonomie gerade *nicht* den Experten, sondern den gelegentlichen Benützern mit ihren vielfältigen und wechselnden Anforderungen und ihren Problemen beim Erlernen und Beherrschen von Systemen. Gerade solche Benutzer sind aber mit dem GOMS-Modell nicht zu beschreiben.

Als Alternative besteht der Ansatz der experimentellen Herangehensweise (GOULD, 1988): Im Rahmen von Benutzungsszenarien werden typische Benutzer mit ausgewählten, typischen Aufgaben konfrontiert und bei deren Lösung beobachtet und nachher befragt. Aus den auftretenden Schwierigkeiten bei der Systembenutzung werden Anregungen für eine Verbesserung der Systemgestaltung gewonnen. Die Frage, ob diese Aufgaben unter realen Bedingungen am Ort des tatsächlichen Gebrauchs oder im Labor unter kontrollierten, aber künstlichen Bedingungen erfolgen sollte, wird in dieser Arbeit kurz angesprochen.

CAROLL (1989) meint, man solle nicht darauf hoffen, aus rein wissenschaftlichen Theorien verbesserte Resultate in der Praxis zu erreichen. Vielmehr sollte man auch in der Praxis erfolgreiche Systeme untersuchen und deren Erfolg zu formalisieren versuchen. Daraus könne eine verbesserte Theorie entwickelt werden, die über eine grössere Praxisrelevanz verfüge als im umgekehrten Fall. Als Beispiel dient die graphische Benutzungsoberfläche von Xerox Star (SMITH ET AL., 1982) oder des „Apple Lisa" und die bereits angesprochene nachträgliche Beschreibung der "direkten Manipulation". In diesen Fällen diente eine Beschreibung der erwünschten, gewohnten Interaktion resp. von Verhaltensweisen der Bildung neuer Theorien, die zu sehr erfolgreichen Umsetzungen führten. Auf diese Weise bringt die Praxis die Theorie weiter.

3.1.3 Arbeitspsychologischer Schwerpunkt

Während die kognitiv-psychologische Forschung im Bereich der Mensch-Computer Interaktion (Human Computer Interaction, HCI) hauptsächlich in den angelsächsischen Ländern USA und Grossbritannien beheimatet ist, liegt der Schwerpunkt der arbeitspsychologischen Forschung im deutschsprachigen Europa. Sie führt die in der generellen Arbeitspsychologie formulierten Forderungen in die Software-Ergonomie über. ULICH (1991) gibt folgende Definition humaner Arbeitstätigkeit:

"*Als human werden Arbeitstätigkeiten bezeichnet, die die psychologische Gesundheit der Arbeitstätigen nicht schädigen, ihr psychosoziales Wohlbefinden nicht - oder allenfalls vorübergehend - beeinträchtigen, ihren Bedürfnissen oder Qualifikationen entsprechen, individuelle und/oder kollektive Einflussnahme auf Arbeitsbedingungen und Arbeitssysteme ermöglichen und zur Entwicklung ihrer Persönlichkeit im Sinne der Entfaltung ihrer Potentiale und Förderung ihrer Kompetenzen beizutragen vermögen*" (S. 122).

Diese generell formulierten Bedingungen schlagen sich zum Beispiel in der DIN Norm 66 234 (Teil 8) (1984)[7] und der späteren, auf dieser Norm fussenden umfassenderen Norm ISO 9241 (Teil 10) (1991)[8] nieder (Abb. 3.1).

Diese Normen gelten für alle Systeme, wohingegen die generelle Aussage erst dort zum Tragen kommen kann, wo es sich um Arbeiten im eigentlichen Sinnen handelt. Die in den Kapiteln 5 und 6 beschriebenen Systeme sind meist für ungeübte und seltene Benutzer gerechnet, und der Aspekt Individualisierbarkeit ist dort eher von sekundärer Bedeutung. Für diese Systeme gelten nach wie vor die grundlegenden und sehr einfach zu formulierenden (aber schwer zu beschreibenden und zu erfüllenden) Forderungen: narrensicher, einfach zu lernen oder angenehm zu benutzen.

Primär werden mit dem arbeitspsychologischen Ansatz also die Faktoren Aufgabe und Organisation in den Vordergrund gerückt, und technische Massnahmen werden dazu in Beziehung gesetzt.

Nur die Berücksichtigung aller drei Schwerpunkte (technischer, kognitiv-psychologischer und arbeitspsychologischer Schwerpunkt) kann ein vollständiges Bild und einen umfassenden Einblick in die Gesamtproblematik ergeben. Interdisziplinarität ist also unabdingbar, da jeder Ansatz Nachteile hat, welche sorgfältig gegen die Vorteile abgewogen werden müssen.

3.2 Benutzerwissen

Zur flüssigen Benutzung von interaktiven Systemen bedarf es verschiedenen Wissens. Das Wissen lässt sich in zwei unterschiedliche Ebenen teilen: Syntaktisches und semantisches Wissen.

Syntaktisches Wissen ist auf einem sehr niedrigen Niveau angesiedelt. Der Benutzer muss mit Befehlen eine Maschine dazu veranlassen, das zu tun, was er will. In der DOS-Welt muss er buchstabengenau Kommandos schreiben. In der Macintosh-Welt wird ihm dies teilweise durch die Darstellung und Bedienung durch Icons erspart. Durch Manipulation mit der Maus sind Operationen in einfachster Weise *direkt* ausführbar. Greift der Benutzer aber auf die ebenfalls zur Verfügung stehenden Tasten-Kurzbefehle zurück, um schneller arbeiten zu können, steht er vor dem Problem, dass diese vom Programm abhängig sind und deshalb schwer erlernbar sind. Eine Ausnahme bildet nur die Taste F1, die von den meisten Programmen für die Funktion „Hilfe" verwendet wird. Das Wissen steht nur für *ein* Programm zur

---

[7] DIN 66 234 (TEIL 8): Grundsätze der Dialoggestaltung. Normenausschuss Informationsverarbeitung im DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Entwurf (1984)

[8] ISO 9241 (PART 10): Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs). Dialogue Principles. ISO/TC159/SC4, WG5 (Software ergonomics and man-machine dialogue). First Committee Draft (1991)

Verfügung und stellt einen geringen Bezug zum Arbeitsinhalt her; aus diesem Grund wird es schnell wieder vergessen. Die Syntax bringt eine zusätzliche Belastung und Beanspruchung für den Benutzer (Satzbau, formale Struktur, zulässige Verbindungen von Worten zu Wortgruppen und Sätzen).

Das *semantische* Wissen baut auf dem inhaltlichen Wissen auf und besteht aus dem Verstehen der übergreifenden Beziehungen. Dem Benutzer fällt es besonders dann leicht, wenn er sich bei der Bedienung auf "natürliche" Vorstellungen stützen kann. Ein wichtiger Aspekt ist also, die *Stereotypien des Verhaltens* der Benutzer auszunützen, um benutzungsfreundliche System zu schaffen (Bedeutungslehre, Ausdruckgebunden, inhaltliche Fragen).

3.3 Entwicklungsverfahren

Verschiedene Verfahren sind in den letzten Jahren vorgeschlagen worden, um zu benutzungsfreundlichen Oberflächen zu kommen (z.B. GOMS [CARD ET AL., 1983] oder das Wasserfallmodell [ROYCE, 1970] als Anwendung des allgemeinen Softwareentwicklungsvorgehens). Die vorliegende Arbeit soll einen Weg dokumentieren, der unterschiedliche Ansätze vereinigt und pragmatisch, aber trotzdem wissenschaftlich, auch in Projekten aus der Praxis zu ergonomisch und auch wirtschaftlich guten Ergebnissen führt.

Verschiedene Wege können zum Ziel einer benutzungsfreundlichen Oberfläche eines Systems führen. Allgemein hat sich in den letzten Jahren die Ansicht durchgesetzt, dass nur der Einbezug des *Endbenutzers* eines Systems oder Gerätes eine gewisse Gewähr dafür gibt, dass die Entwicklung auch das gesteckte Ziel erreicht. NORMAN (1988) erhebt das *User centered Design* zu einer seiner Hauptforderungen. "User involvement" wie der Fachbegriff auch lautet, kann aber sehr unterschiedlich interpretiert werden: in welcher Phase die Benutzer beigezogen werden, welchen Einfluss sie haben und ob sie als reale Menschen überhaupt involviert werden müssen, oder ob eine Modellierung ihres Verhaltens und ihrer Bedürfnisse nicht ausreichen, darüber herrschen verschiedene Ansichten. Dass falsch verstandener Einbezug des Benutzers auch kontraproduktiv sein kann, zeigen HEINBOKEL ET AL. (1996) deutlich auf.

Der in Kapitel 2.5 vorgeschlagene Entwicklungsprozess kombiniert die Paradigmen der

- Qualitätssicherung (Kundenorientierung, Marktnähe) mit den Elementen
  - *Benutzereinbezug* und
  - Messen der *Produktqualität für den Benutzer,*

mit den Ansätzen der

- Software-Ergonomie, mit den Elementen
  - *partizipative Entwicklung,*
  - dem Einbezug von *Vorwissen* sowie
  - die *Verwendung kognitiv-psychologischen Wissens* und
  - allgemeiner *ergonomischer Erkenntnisse.*

Ziel ist, wirtschaftlich ein für den Benutzer einfach zu bedienendes System zu entwickeln.

Grundsätze der Dialoggestaltung nach ISO 9241

Aufgabenangemessenheit
Ein Dialog ist aufgabenangemessen, wenn er die Erledigung der Arbeitsaufgabe des Benutzers unterstützt, ohne ihn durch Eigenschaften des Dialogsystems unnötig zu belasten.

Selbstbeschreibungsfähigkeit
Ein Dialog ist selbstbeschreibungsfähig, wenn dem Benutzer auf Verlangen Einsatzzweck sowie Leistungsumfang des Dialogsystems erläutert werden können und wenn jeder einzelne Dialogschritt unmittelbar verständlich ist oder der Benutzer auf Verlangen dem jeweiligen Dialogschritt entsprechende Erläuterungen erhalten kann.

Steuerbarkeit
Ein Dialog ist steuerbar, wenn der Benutzer die Geschwindigkeit des Ablaufes sowie die Auswahl und Reihenfolge von Arbeitsmitteln oder Art und Umfang von Ein- und Ausgaben beeinflussen kann.

Erwartungskonformität
Ein Dialog ist erwartungskonform, wenn er den Erwartungen der Benutzer entspricht, die sie aus Erfahrungen mit bisherigen Arbeitsabläufen oder aus der Benutzerschulung mitbringen, sowie den Erfahrungen, die sie sich während der Benutzung des Dialogsystems und im Umgang mit dem Benutzerhandbuch bilden.

Fehlerrobustheit
Ein Dialog ist fehlerrobust, wenn trotz erkennbar fehlerhafter Eingaben das beabsichtigte Arbeitsergebnis mit minimalem oder ohne Korrekturaufwand erreicht wird. Dazu müssen dem Benutzer die Fehler zum Zwecke der Behebung verständlich gemacht werden.

Individualisierbarkeit
Ein Dialog ist individualisierbar, wenn der Dialog so aufgebaut ist, dass er den individuellen Bedürfnissen und Fähigkeiten der Benutzer zur Lösung einer bestimmten Aufgabe angepasst werden kann.

Lernbarkeit
Ein Dialog ist lernbar, wenn er den Benutzern Unterstützung und Führung während der Lernphasen bietet.

Abb. 3.1: Die sieben Grundsätze der Dialoggestaltung nach ISO 9241 (1991)

4 Benutzungsfreundlichkeit

Benutzungsfreundlichkeit (meist wird der englische Begriff *Usability* verwendet) ist ein Schlagwort, das im allgemeinen so wenig eindeutig definiert ist wie das Attribut "ergonomisch" in Produktbeschreibungen. Viele Autoren haben in den letzten Jahren versucht, diesen Begriff zu definieren und auch zu operationalisieren.

RAVDEN UND JOHNSON (1989) definieren Usability als

"den Grad zu welchem der End-Benutzer in der Lage ist, mit Hilfe des Computeranwendungsprogrammes den Auftrag (die Aufgabe) erfolgreich und ohne Schwierigkeiten zu erfüllen (zu lösen)".

Diese Definition geht auf die klassische Ergonomie zurück, da sie den Benutzer als Bestandteil des System sieht, und ihn als abschliessendes Prüfmass heranzieht.

ADLER UND WINOGRAD (1992) postulieren, dass Usability mehr umfasst als Ergonomie. Das ursprüngliche Verständnis von Ergonomie, von seiner Herkunft aus der militärischen Notwendigkeit der Verbesserung der Effizienz von Mitteln bestimmt, beschränkt sich auf die Verbesserung der physikalischen resp. mechanischen Schnittstelle zwischen dem Menschen und dem Gerät (Mensch-Maschine-Schnittstelle). Wenn auch diese Fragen heute noch nicht abschliessend geklärt sind, so sind doch die grundlegenden Erkenntnisse gemacht worden. Die Forschung beschäftigt sich weitgehend mit Problemen vom Einzelfällen, oder der Einführung von neuen Technologien. Es scheint jedoch nötig, vermehrt den Menschen mit seinen kognitiven Fähigkeiten und Besonderheiten ins Zentrum des Interesses zu rücken, da in diesem Bereich viele Möglichkeiten nicht ausgeschöpft werden. Weg vom Denken, dass der Mensch eine Systemkomponente ist, die es unter anderem zu berücksichtigen gilt, hin zum Denken, das den Benutzer zum Punkt des zentralen Interesses macht. Der Benutzer muss seine Fähigkeiten optimal einsetzen können, dann ist ein Gerät "usable".

Auch SHACKEL (1991) sieht Usability als ein weiter gefasstes Gebiet an. Der Benutzer soll nicht mehr als *eine* periphere Komponente im System betrachtet werden, sondern als der im Zentrum stehende Aspekt des Computers und seiner Bedienung. Symptomatisch für diese Denkweise ist der Begriff "End-Benutzer", der ausdrückt, der Benutzer stehe am Ende der Kette und werde auch so behandelt. Dies betont auch NICHOLLS (1979). SHACKEL stellt Usability zum Beispiel bei der Anschaffung eines Gerätes in einen Kontext aus Utility (Funktion), Likeability (Grad des Gefallens), Cost (Kosten) und Acceptability (Akzeptanz) (Abb. 4.1).

Damit wird Usability in einen Zusammenhang mit der Funktionenzahl gebracht; da Computersysteme immer billiger und mächtiger werden, ist ersichtlich, dass Usability immer mehr Gewicht bei der Beurteilung der Akzeptanz (Acceptability) haben wird.

Gute Systeme basieren auf einem guten Zusammenspiel von vier Faktoren: Benutzer, Aufgabe, Werkzeug und Umgebung. Usability hängt vom dynamischen Zusammenspiel dieser vier Faktoren ab (Abb. 4.2).

Utility	- erfüllt das System mit seinen Funktionen die Bedürfnisse?
+	
Usability	- können die Benutzer das System erfolgreich benützen?
+	
Likeability	- haben die Benutzer das *Gefühl*, das System sei angemessen?

muss im Gleichgewicht stehen mit den Faktoren

Cost	- was sind die Investitions- und laufenden Kosten? - was sind die sozialen und organisatorischen Konsequenzen?

um eine Entscheidung zu treffen über die

Acceptability	- wie ist die bestmögliche Anschaffung zu tätigen?

Abb. 4.1: Das Paradigma von Usability und verwandten Konzepten nach SHACKEL (1991).

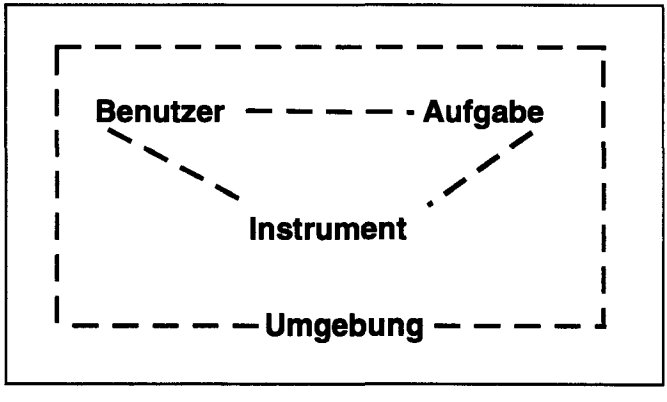


Abb. 4.2: Die vier prinzipiellen Faktoren im Mensch-Maschine-System nach SHACKEL (1991)

Usability hängt demnach ab von

1. der Gestaltung des Instruments (dem Bildschirm und dem Computersystem) in Verhältnis zu den Benutzern, der Aufgabe und der Umgebung,

2. dem Erfolg der vorhandenen Benutzerunterstützung (Training, Handbücher, sowie andere Mittel wie On-Line und Off-Line Hilfesysteme).

Beurteilt wird die Usability anhand

1. subjektiver Erfassung der Beurteilung der Einfachheit der Bedienung mit den zur Verfügung gestellten Hilfsmitteln
2. objektiver Messung der Leistung und Effizienz der Benutzung der Werkzeuge.

Die Evaluierung der Usability wird deshalb auf folgenden Kriterien basieren:

- Erfolgsquote bei der Erreichung vorgegebener Benutzergruppen, Aufgaben und Umgebungen,
- Beurteilte Einfachheit der Bedienung (z.B. Erlernen, Gebrauch, Erinnerbarkeit, Zweckmässigkeit, Komfort, Anstrengung, Ermüdung, Befriedigung)
- Effektivität der Benutzung in Bezug auf Leistung (z.B. Zeit, Fehler, Anzahl und Abfolge von Aktivitäten) beim Erlernen, Wiedererlernen und Ausführen eines repräsentativen Bereichs von Operationen.

Daraus umfasst die Definition nach SHACKEL nicht nur die Einfachheit der Bedienung, sondern auch die Effizienz der Bedienung. Die Leistung geht also in Usability mit ein. Die formale Definition lautet deshalb genauer:

> "*Usability ist die Eigenschaft, nach menschlichen Vermögen von den spezifizierten Benutzern bei spezifiziertem Training und Unterstützung bei der Erfüllung der spezifizierten Bandbreite der Aufgaben in der spezifizierten Umgebung einfach und effizient*[9] *zu gebrauchen.*"

Kürzer und einfacher könnte man sagen:

> "die Fähigkeit, von Menschen einfach und effektiv[10] benutzt zu werden", wobei gilt:
>
> einfach = zu einem festgelegten Niveau der subjektiven Beurteilung.
>
> effektiv = zu einem festgelegten Niveau der (menschlichen) Leistung.

Usability muss demnach *gemessen* werden und entsteht bei der Entwicklung von Systemen nur unter Berücksichtigung der bestimmenden Faktoren. Dies bedeutet, dass Usability-Überlegungen bereits in der Entwicklungsphase gemacht werden müssen, während der ganzen Entwicklung präsent sein und am Schluss (oder noch besser bei jedem Entwicklungsschritt) überprüft werden müssen, und zwar mit den geplanten Benutzern als Massstab. Iterative Entwicklung sowie benutzerzentriertes und benutzer-involvierendes Vorgehen sind dabei nötig. Experimentelle Untersuchungen, im Labor wie auch im Feld, müssen durchgeführt werden, um eine subjektive und objektive Beurteilung des Systems zu erhalten. Nur so können die Charakteristiken des Zielpublikums sowie der Umgebung richtig einbezogen werden. Usability wird so zum *Prozess* und nicht zu einem Gütekriterium, oder könnte als

---

[9] wirksam im Verhälnis zu den aufgewendeten Mitteln; wirtschaftlich

[10] tatsächlich

KVP beschrieben werden. SHACKEL formuliert fünf fundamentale Anforderungen für den Entwicklungsprozess zu Usability (Tab. 4.1).

Tab. 4.1: Eigenschaften für den Entwicklungsprozess zu Usability nach SHACKEL (1991)

User centred design	Ausrichtung auf den Benutzer und die Aufgabe von Anfang an
Participative design	mit den Benutzern im Entwicklungsteam arbeiten
Experimental design	formale Usability-Benutzertests in Pilot-, Simulations- und vollen Prototypevaluationen
Iterative design	Entwicklung, Testung und Neudesign als Zyklus bis zur befriedigenden Lösung (Erreichen des gesetzten Usability-Standards)
User supportive design	Einbezug von Schulungsprogrammen, Handbüchern Schnellreferenzkarten und Hilfesystemen in den Entwicklungsprozess

Hier zeigt sich, dass die in Kapitel 2 beschriebenen Prinzipien bereits in den Grundüberlegungen des Usability Engineering enthalten sind. Der kontinuierliche Verbesserungsprozess (KVP) als Teil der KAIZEN Philosophie fordert genau das, was hier iteratives Design genannt wird. Weiterhin sind die Benutzer (die Kunden) wichtige Elemente bei der Entwicklung, und es muss gemessen werden, um ständig über die Qualität des Prozesses informiert zu sein.

Auch BEVAN ET AL. (1991) definieren Usability in diesem Sinne allgemein als

> *"the ease of use and acceptability of a system or product for a particular class of users carrying out specific tasks in a specific environment; where 'ease of use' affects user performance and satisfaction and 'acceptability' affects whether or not the product is used".*
> *(„die Einfachheit der Benutzung und die Akzeptanz eines Systems oder Gerätes für eine bestimmte Gruppe von Benutzern mit bestimmten Aufgaben in einer bestimmten Umgebung, wo 'Einfachheit der Benutzung' die Leistung und Zufriedenstellung der Benutzer beeinflusst und 'Akzeptanz' die Entscheidung über den Einsatz positiv oder negativ beeinflusst").*

Die Vorteile guter Usability sind nach WIKLUND (1994):

- reduzierte Support- und Servicekosten,
- Vermeidung teurer Verzögerungen in der Produktentwicklung durch Vor-Markt-Tests,
- geringere Kunden-Schulungskosten,
- einfachere Produktdokumentation (Handbücher),
- bessere marketing-wirksame Produktbeschreibung der Leistung, da bereits verlässlich getestet.

Zur Feststellung der Usability lassen sich vier Messansätze unterscheiden (RAUTERBERG, 1992) (Tab. 4.2):

- der *interaktionszentrierte* Ansatz (Interaktion zwischen Benutzer und System; Performanz, psychomentale Leistung)
- der *benutzerzentrierte* Ansatz (subjektive Beurteilung des Systems durch die Benutzer; subjektive Ratings)
- der *produktzentrierte* Ansatz (der Benutzer wird über implizite Annahmen der Ergonomie berücksichtigt; Maskenaufbau, Dialogtechnik, Expertenbeurteilung)
- der *formal-analytische* Ansatz (formale Modelle über den Benutzer werden als Kriterium verwendet; GOMS, Task-action Grammar).

Tab. 4.2: Die vier Ansätze zum Messen von Usability nach RAUTERBERG (1992).

		System	
		real	simuliert
Benutzer	real	interaktionszentriert	benutzerzentriert
	simuliert	produktzentriert	formal-analytisch

NIELSEN (1993) stellt seinerseits Usability in den grösseren Zusammenhang *der System-Akzeptanz.* (Abb. 4.3). Usability wird als wesentlicher Teil *der praktischen Akzeptanz* verstanden, und zwar als Teil der *Nützlichkeit* eines Systems. Fünf Kriterien der Usability werden postuliert (einfach zu lernen, einfach zu gebrauchen, einfach zu erinnern, wenige Fehler sowie subjektiv befriedigend), die kontextabhängig sind und sich nicht in allgemeine Formeln fassen lassen. Was für ein System richtig ist, kann in einem anderen Fall unpassend sein, je nach Benutzerkreis und Aufgabe. Zudem kann es sein, dass gewisse Punkte (wie "einfach zu lernen") zu Beginn nicht erfüllt sind; einmal gelernt (ev. nach einem "aha-Erlebnis) ist die Erinnerbarkeit dann aber sehr hoch.

WIKLUND (1994) beschreibt Usability als ein kumulatives Attribut eines Produktes. Die Entwicklung versucht dabei, die Bedürfnisse der Benutzer zur Problemlösung zu befriedigen, die dazu nötigen Funktionen einfach und verständlich anzubieten und effizient anwenden zu helfen. Daneben wird versucht, potentielle, design-bedingte Fehlmanipulationen zu eliminieren und den Benutzem ein gutes Gefühl bei der Bedienung zu geben. Weiter hebt Wiklund den Zusammenhang zwischen Usability und Qualität hervor. Nicht zufällig sei das TQM (Total Quality Management) gleichzeitig wie das Streben nach Usability hoch im Kurs. Hohe Qualität beinhaltet (häufig) hohe Usability. Wiklund postuliert, dass derzeit Usability und Komplexität einen negativen Zusammenhang aufweisen. Je höher die Komplexität, desto niedriger ist die Usability. Ziel soll es sein, diese Tatsache zu ändern. RAUTERBERG (1995) dagegen findet in seinen Untersuchungen nicht, dass hohe Komplexität zu tiefer Usability führt, sondern dass der Grad der *Visualisierung* der Komplexität das entscheidende Mass ist. Je transparenter die Komplexität dargestellt ist (das heisst je besser der Funktions-

umfang wahrnehmbar ist), desto besser ist die Gebrauchstauglichkeit und die Akzeptanz eines Produktes.

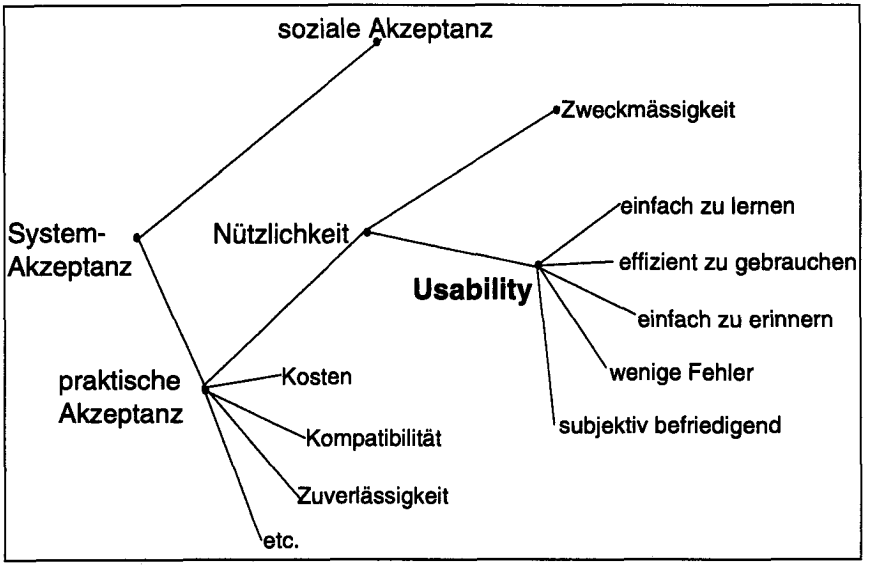


Abb. 4.3: Die Definition von Usability und deren Kontext nach NIELSEN (1993)

FRESE ET AL. (1987) sehen Benutzungsfreundlichkeit als reduzierte Kompliziertheit[11] bei mittlerer Komplexität[12] und maximierter Kontrolle. Sie fordern für die Softwaregestaltung die Beachtung dreier Prinzipien:

1. Wahrung eines mittleren Komplexitätsniveaus, um Über- oder Unterforderung (Angst und Langeweile) zu vermeiden. Komplexität bedeutet dabei die Anzahl der Ziele, Pläne und zu beachtende Signale und der dazwischen bestehenden Beziehungen.
2. Maximierung der Kontrolle als Ressource und Moderator im Zusammenhang mit Stress. Das Aufstellen von eigener Zielsetzung und Vorgehensplanentwicklung wird gefordert (im Sinne der hierarchischen Vollständigkeit).
3. Reduktion der Kompliziertheit eines Systems. Kompliziertheit liegt vor, wenn bei hoher Komplexität gleichzeitig mindestens eine der folgenden Bedingungen gegeben ist:
   - mangelnde Funktionalität
   - mangelnde Transparenz

[11] kompliziert = verwickelt, schwierig, umständlich

[12] komplex = verflochten, vielfältig, umfassend

- mangelnde Vorhersehbarkeit
- mangelnde Kontrollierbarkeit

Folgende Punkte sind daneben ebenfalls von Bedeutung:

- mangelnde Behaltbarkeit (Erinnerbarkeit)
- mangelnde Erlernbarkeit
- mangelnde Fehlertoleranz

Dieses Konzept berücksichtigt allerdings zu wenig, dass eine Aufgabe häufig eine bestimmte Komplexität besitzt, die sich nicht verändern lässt. Innerhalb einer gewissen Bandbreite muss auch für komplexe Fragestellungen eine Lösung gefunden werden.

Im Sinne des Konzeptes von FRESE ET AL. ist es, die Theorien menschlichen Arbeitshandelns mit einer Würdigung des Grundsatzes der Situationskontrolle zu kombinieren. Bezogen auf alle Arten von Mensch-Maschine-Interaktionen gilt:

- Eine *hohe Funktionalität* kann erreicht werden, wenn die Systemfunktionen auf die Arbeitsaufgaben abgestimmt sind (Aufgabenangemessenheit), der Benutzer Anpassungen diesbezüglich vornehmen kann, wenn sich die Aufgaben verändern (Anpassbarkeit) und der Benutzer beim Auftreten von Fehlern bei der Bewältigung unterstützt wird (Fehlermanagement und Fehlervermeidung).
- *Gute Usability* erreicht man, indem das System durch eine konsistente Gestaltung, das Vorliegen von Transparenz und dem ausreichenden Versorgen mit Hinweisen (Selbsterklärungsfähigkeit) dem Benutzer erleichtert, sich ein adäquates Modell der Anwendung zu bilden. Im Sinne eines "Design for error" (Gestaltung, die auf Fehler eingerichtet ist) wird das Beheben von Fehlern erleichtert. Im Sinne der Fehlerrobustheit wird verhindert, dass kleine Fehler schwerwiegende Folgen haben, und sie werden eventuell automatisch korrigiert. Das wichtigste Prinzip ist dabei das des *Fehlermanagements: Treten Fehler auf, so werden sie unter Hinweis auf* die Korrekturmöglichkeiten erklärt (Fehlertransparenz). Die Möglichkeit, einen Fehler rückgängig zu machen ("undo") erleichtert die Fehlerbehandlung (Fehlerreversibilität).
- Die *Bewältigung der Arbeitsaufgabe* wird dann maximal unterstützt, wenn *das System den Benutzer nicht durch Ausfälle dabei behindert und die im* Fachbereich üblichen Begriffe und "Metaphern" verwendet.

Usability ist also ein Ziel, das es für ein gutes Produkt zu erreichen gilt. Im Folgenden wird Usability als die Kombination von "ease of use" (Performance, Fehlerrate) und "acceptability" (subjektive Beurteilung, "Gefallen") verstanden. Diese beiden Punkte *sind durch gute Ergonomie und Gestaltung zu erreichen, sowie durch den Einbezug* der Ziel-Benutzer in den Entwicklungsprozess. Diese Anforderungen lassen sich auch mit den Qualitätssicherungsmassnahmen begründen und rechtfertigen. Das Ziel, eine hohe „Usability" zu erreichen, schreibt einen Weg vor, der zu diesem Ziel führt. Es soll gezeigt werden, dass Problemanalyse, Ergonomie und Einbezug von Benutzern eine gute Basis für ein Produkt mit hoher Usability bilden und wirtschaftlich eine Notwendigkeit darstellen. Die vorgeschlagene Entwicklungsmethode ist in

der Lage, den Schritt von guten zu besseren Lösungen zu initiieren.

Wie dies in der Praxis aussehen kann, wird im Folgenden beschrieben. Das Vorgehen ist nicht grundsätzlich neu, aber Berichte über konkrete Projekte sind selten. Meistens wird das Verfahren abgekürzt, da in den wenigsten Fällen Zeit und Geld da sind, um eine so umfassende Vorgehensweise zu erlauben. Auch in den nachfolgend beschriebenen Projekten war es nicht möglich, alle Probleme zu berücksichtigen. Trotzdem sind aussergewöhnlich viele Aspekte berücksichtigt worden. Die detaillierte Dokumentierung soll mithelfen, bei der Entwicklung ähnlicher Systeme wegleitend zu wirken. Neben den Resultaten der einzelnen Experimente (sie sind immer von der Aufgabe, der Umgebung und dem Benutzerkreis abhängig), soll vor allem das schrittweise Vorgehen und die Beschreibung der zugrundeliegenden Überlegungen dem Entwickler eine Hilfestellung für seine Arbeit geben.

5 Experiment Zürcher Verkehrsverbund

Ziel der vorliegenden Untersuchung war es, zu überprüfen, wie weit moderne ergonomische Konzepte für die Konfiguration der Schnittstelle zwischen Mensch und prozessorgesteuerter Maschine bzw. Computer (die Benutzungsoberfläche) auf Automaten im öffentlichen Verkehrsbereich übertragbar sind. Zudem sollte eine Strategie zur Überprüfung der Benutzungsfreundlichkeit entwickelt werden, die den Benutzereinbezug zur Qualitätssicherung einschliessen sollte. Die Benutzungsoberfläche umfasst einerseits

- die konkrete Oberfläche des Automaten, d.h. beispielsweise das *Layout* (die Anordnung) von Informationsblöcken, die Wahl von Farben, die Wahl der richtigen Zeichengrösse (Hardware),

sowie andererseits

- die Kommunikation, den *Dialog* zwischen Benutzer und Automat (Software).

Für eine vollständige Analyse der Benutzungsfreundlichkeit müssen beide Aspekte gleichermassen untersucht und beurteilt werden.

Anlass für die vorliegende Untersuchung war die Einführung eines Verkehrsverbundes, der neue Fahrkartenautomaten erforderte. Die ergonomischen Überlegungen sowie die Tragfähigkeit der daraus entwickelten Konzepte werden am Beispiel zweier alternativer Fahrkartenautomaten für diesen Verkehrsverbund dargelegt.

5.1 Hardware

5.1.1 Allgemeines

Das Konzept von DIN 30 795 (Gelbentwurf, 1986)[13] sieht für jede Funktion eine Taste vor. Der gleiche Weg wurde bei einem etwas anders gestalteten Automaten der Schweizer Bundesbahnen (B100 resp. B50) gewählt, bei dem für jedes Ziel eine eigene Taste vorgesehen ist. Wie sich leicht einsehen lässt, kann die Zahl der Tasten auf einer Automatenoberfläche nicht beliebig vermehrt werden. Wenn das Angebot also erweitert und flexibler werden soll, muss zu einer Doppelbelegung der Tasten übergegangen werden. Dieser Weg wurde bei der Computer-Tastatur beschritten. Neben Funktionstasten findet sich eine Vierfachbelegung der einzelnen Tasten (normal, shift, control, alternativ). Zudem stellt sich das Problem der Gruppierung der Tasten. Mit einem Blick können nicht mehr als 4x4 Tasten übersehen werden (Abb. 5.1). Wenn also 10 Tasten untereinanderstehen, müssen die Tasten von oben nach unten abgezählt werden. Eine Gruppierung der Tasten kann einmal geometrisch vorgenommen werden. Zum andern bietet sich die Codierung in farbigen Feldern an. Bei der Anordnung von Funktionstasten auf Tastaturen von Computern wurden beide Wege beschritten. Zu bedenken ist, dass der Codierung mit Farben enge Grenzen gesetzt sind. Einmal verändern sich Körperfarben mit der Art der Beleuchtung. So können Farben, die sich bei Tageslicht sehr leicht unterscheiden lassen, beispielsweise bei künstlichem Licht, speziell bei dem heute verwendeten

---

[13] DIN 30 795: Informationen im öffentlichen Personenverkehr: Informationen auf stationären Fahrausweisautomaten. Normenausschuss Transportkette im DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Entwurf (1986)

"Sparlicht" mit einer diskontinuierlichen Verteilung der Energie über das Spektrum nicht mehr unterschieden werden. Weiterhin ist darauf hinzuweisen, dass 8% der männlichen Bevölkerung eine Farbsehschwäche aufweisen und daher zumindest partiell auf eine redundante, d.h. eine zusätzliche, Codierung angewiesen sind. Bei Verwendung von Farben ist auch darauf zu achten, dass unterschiedliche Helligkeitswerte eingesetzt werden, die ein Farbsehschwacher noch als unterschiedliche Grauwerte wahrnehmen kann.

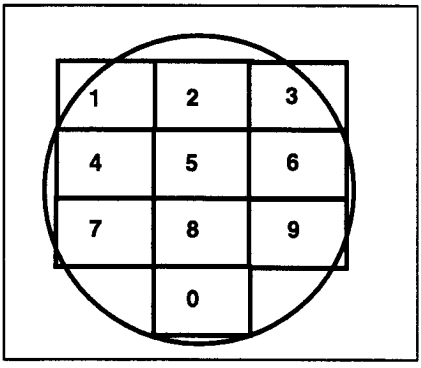


Abb. 5.1: Mit einem Blick zu erfassende Tasten einer Telefon-Zehnertastatur.

Tasten müssen so auf einer Automatenoberfläche angebracht werden, dass sie von einem möglichst grossen Kollektiv der Bevölkerung erreicht werden können. Das Kollektiv ist sehr heterogen bezüglich der Anforderungen. Kinder, Erwachsene, aber auch Behinderte im Rollstuhl, sollen die Tasten benutzen können. Auch Sehbehinderte und Blinde sollen die Tasten finden können. Es ist einsichtig, dass eine Tastenreihe, die den Automaten von oben nach unten füllt, diesen Anforderungen keineswegs genügen kann. Als Lösung bietet sich die Verwendung der Zehnertastatur, der Telefontastatur an[14], die wesentlich kompakter ist. Sie kann auch von einem Sehbehinderten oder von einem blinden Menschen mit *einer* Hand von *einer* Position des Armes aus bedient werden. Zudem kann auf am Telefon erlernte Verhaltensstereotypien zurückgegriffen werden.

Nicht nur Körper- und Handgrösse stellen Anforderungen an die Dimensionierung des Automaten, sondern auch das menschliche Auge. Mit einem Blick wird nur ein Gesichtsfeld mit einem Sehwinkel von ungefähr 10-12° erfasst. Alle Informationen, die ausserhalb dieses im momentanen Interesse stehenden Gesichtsfeldes liegt, wird in den seltensten Fällen wahrgenommen. Die 10-12° Sehwinkel entsprechende Fläche auf der Automatenoberfläche erhält man, wenn man die Sehdistanz mit dem Faktor 0,18 bis 0,2 multipliziert. Daraus folgt, dass Information, die der Benutzer bei der Eingabe mit Tasten beachten soll, nicht wesentlich weiter von der Taste entfernt angeordnet sein darf.

---

[14] Neben diesem Layout (oberste Ziffernreihe 1-2-3) gibt es eine alternative Anordnung bei Computer- und Rechnertastaturen (oberste Ziffernreihe 7-8-9). Beide sind etwa gleich gut zu bedienen, lediglich das hin-und her wechseln führt zu vermehrten Fehleingaben.

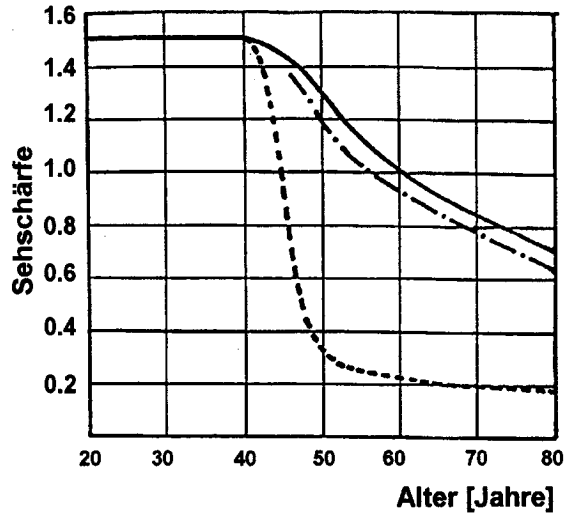


Abb. 5.2: Einfluss des Alters auf die Sehschärfe (nach BOYCE, 1981)
—— Sehen in der Ferne
– · · Sehen in der Nähe mit Korrektur
· · · Sehen in der Nähe ohne Korrektur

Im allgemeinen besteht die Tendenz, auf der Automatenoberfläche möglichst viel schriftliche Information anzubringen. Diesem Verlangen sind allein von der notwendigen Zeichengrösse der Schrift enge Grenzen gesetzt, gilt es doch, die Vielzahl alterssichtiger Personen ohne Lesebrille zu berücksichtigen (Personen, die älter als 50-55 Jahre sind). Für sie müssen die Schriftzeichen auch bei mässiger Beleuchtungsstärke aus 60 cm Distanz lesbar sein. Das bedeutet, dass die Höhe grosser Buchstaben mindestens 3,6 mm beträgt (entspricht ungefähr 14pt; DIN 66 234 [Teil 1], 1978[15]; MCCORMICK, 1987; SCHMIDTKE, 1981). Ferner ist eine gute Erkennbarkeit von Buchstaben nur dann gewährleistet, wenn das Verhältnis von Strichdicke zu Zeichengrösse etwa den Wert 1:6 hat (entspricht Halbfett im Druckbereich; MCCORMICK, 1987). Die beste Lesbarkeit für einzelne Worte ergibt sich mit Zeichen ohne Serifen, z.B. mit dem Grotesk-Schrifttyp "Helvetica"[16]. Die Berücksichtigung dieser Angaben ist vor allem deshalb wichtig, weil mit zunehmendem Alter die Sehschärfe des Menschen ohne Lesebrille in der Nähe rasch abnimmt. Nach BOYCE (1981) beträgt die unkorrigierte Sehschärfe (Visus) mit 60 Jahren in der Nähe weniger als 0,3 (Abb. 5.2). Die Beachtung dieser Angaben zur Schriftgestaltung erleichtert es auch Sehbehinderten, die Information zu lesen. Sie können durch näheres Herantreten an die Informationsfläche die Anforderung an die Sehschärfe ihres

---

[15] DIN 66 234 (TEIL 1): Geometrische Gestaltung der Schriftzeichen. Normenausschuss Informationsverarbeitung im DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Entwurf (1978)

[16] für Fliesstext wird in der Regel eine Serifenschrift wie Times Roman vorgeschlagen

Auges herabsetzen; denn mit abnehmendem Sehabstand steigt der Sehwinkel, unter dem der einzelne Buchstabe gesehen wird.

5.1.2 Umsetzung auf einen Automaten

Die Bedienungselemente Tastatur und Display müssen kompakt auf einer möglichst kleinen Fläche angeordnet werden, da mit einem Blick von 10-12° nur ein Feld von gut 10 cm Durchmesser erfasst wird. Zehnertastatur und Touchscreen sind Eingabelemente, die diese Bedingung erfüllen. Sie können gut mit einer Hand in einer Position bedient werden.

Damit die Tastatur sowohl von einem 10jährigen Kind als auch von einem grossen Erwachsenen bequem bedient werden kann, muss die Körpergrösse der Benutzer berücksichtigt werden. Zusätzlich ist an Benutzer im Rollstuhl zu denken, die häufig, aufgrund ihrer motorischen Behinderung, einen eingeschränkten Greifraum haben.

Das 50. Percentil[17] der Körperhöhe eines erwachsenen Mannes liegt bei rund 175 cm, einer erwachsenen Frau bei 161,5 cm. Der Bereich für optimale Bedienung von Instrumenten ist dann zwischen 103 cm und 140 cm (Ellenbogen bis Schulterhöhe). Dieser Bereich ist nach oben durch Strecken der Hand bis 190 cm ausdehnbar, sinnvollerweise wird die obere Grenze durch die Augenhöhe von 160 cm bestimmt. Damit auch Kinder und grosse Erwachsene die Tastatur bedienen können, muss dieser Bereich weiter eingeschränkt werden. Für das 50. Percentil der 10jährigen liegt die oberste Grenze bei 151 cm, mit 13 Jahren kann auch das 2,5. Percentil diese Höhe erreichen. Für das 97,5. Percentil der Erwachsenen liegt die untere bequem zu bedienende Taste bei 115 cm. Alle Angaben sind nach DIN 33 402 (1974)[18] und DREYFUSS (1973).

Behinderte im Rollstuhl können Tasten in einer Höhe von maximal 140cm bedienen. Selbst für diese Höhe müssen sie sich aus dem Rollstuhl beugen, eine geringere Höhe wäre also wünschenswert. Da Behinderte aber meistens nicht alleine reisen, scheint eine Ausrichtung der Tastenhöhe auf die Bedürfnisse dieser Benutzergruppe nicht zwingend zu sein. Äusserungen von Betroffenen (MANSER, 1987) bestätigen diese Aussage. Es ist für die Behinderten nach eigenen Aussagen wesentlich wichtiger, dass der Service der Betreuung auf dem Bahnhof, die Beschriftung der Örtlichkeiten und ähnliche Dinge ihren Bedürfnissen angepasst sind. Deshalb werden in den Empfehlungen für die Tastenhöhe die Aspekte der Behinderten hier nicht berücksichtigt.

Aus diesen Überlegungen folgt, dass die Tastatur in einer Höhe zwischen minimal 115 cm und maximal 151 cm liegen sollte. Diese Höhe ermöglicht es einem grossen Teil der Bevölkerung, die Tasten ohne besondere Schwierigkeiten bedienen zu können.

Für die Benutzung der Tastatur sind wichtige optische Anzeigen zudem in nächster Nachbarschaft zur Tastatur zu plazieren.

Farben dürfen zur Codierung der Tasten nur gezielt und sparsam eingesetzt werden.

In Tab. 5.1 sind die wichtigsten Aussagen zusammengefasst.

---

[17] Die Angabe des x. Percentils sagt aus, dass genau x Prozent der untersuchten Grundgesamtheit den zugehörigen Messwert unterschreitet (KIRCHNER ET. AL., 1990)

[18] DIN 33 402: Körpermasse von Erwachsenen: Begriffe, Messmethoden, Werte. Fachnormenausschuss Ergonomie im Deutschen Normenausschuss, Entwurf (1974)

Tab. 5.1 Zusammenstellung der wichtigsten Kriterien für die Hardwaregestaltung

- kompakte Anordnung der Eingabe und Ausgabemedien (das Gesichtsfeld für einen Blick beträgt 10-12°; bei 60 cm Sehabstand ergibt dies einen Bereich von 10 cm Durchmesser)
- Höhe der Tasten über Boden zwischen 115 cm und 151 cm
- Schriftgrösse mindestens 3,6 mm (rund 14pt)
- Verhältnis von Strichdicke zu Schrifthöhe 1:6
- Grotesk-Schriftart, z.B. Helvetica
- Farben als Benutzerführung gezielt und sparsam einsetzen

5.2 Software

5.2.1 Allgemeines

Das *Fenster des Automaten* spielt eine wesentliche Rolle für die Darstellung der Information. Die Information wird nur dann gefunden, wenn die Gestaltung den Erwartungen und Erfordernissen des Benutzers entspricht. Da die Informationsfläche des Automaten begrenzt ist, soll dem Benutzer nur die unbedingt notwendige Information gegeben werden. Sie muss so gegliedert sein, dass keine unnötigen Blicksprünge zu ihrer Aufnahme nötig sind. Grosse Blicksprünge stellen unnötigen Zeitverlust bei der Benützung des Automaten dar. Personen mit Schielfehlern haben zudem das Problem, jeweils die richtige Position zu finden. Untersuchungen von TULLIS (1983), HAUBNER ET AL. (1987) sowie GRAF (1988) haben gezeigt, dass der Aufteilung der Information in Blöcke eine grosse Bedeutung zukommt. Die dargebotenen Informationen sollten in nicht mehr als 5-7 Blöcken zusammengefasst werden. Zudem darf die Information innerhalb der Blöcke nicht zu differenziert sein. Eine deutliche optische Trennung der Blöcke ist unbedingt notwendig. Die Darstellung der Informationen in solchen Blöcken greift auf die Tatsache zurück, dass die Positionscodierung neben der farblichen Codierung für unser visuelles System besonders geeignet ist (CHRIST, 1975). Die Blockgrösse muss dem Gesichtsfeld (ein Blick ungefähr 10-12°) angepasst sein. Sehr wesentlich ist, dass Quittierungssignale an der Stelle erfolgen, an der gerade gearbeitet wird, d.h. sie müssen in nächster Nachbarschaft zu diesem - am besten im aktuellen Gesichtsfeld - erscheinen.

Die Informationsdarbietung muss nicht nur übersichtlich, sondern auch leicht verständlich sein. Hier hat die Entwicklung der Software-Ergonomie mit dem Übergang vom geschriebenen Wort zur Graphik, zum Piktogramm, den Weg vorgezeichnet. Komplizierte Zusammenhänge lassen sich häufig besser in graphischer Form erklären als in umständlicher verbaler Umschreibung mit einem Text. Wenn mit Text gearbeitet wird, muss sich dieser auf wenige Worte und Begriffe beschränken, wenn die Information sehr schnell verstanden werden soll.

Die Kommunikation des Menschen mit einem flexiblen Automaten lässt sich als die einfachste Form eines *Dialogs* auffassen. An einen solchen Dialog mit der Maschine sind verschiedene Anforderungen zu stellen (Tab. 5.2):

- Fenstergestaltung: Zahl und Grösse von Blöcken, Codierung, Zeichengrösse sowie Graphik und Text.
- Dialoggestaltung: Selbsterklärend, aufgabenangemessen, flexibel, fehlertolerant, verlässlich, aktuell und erlernbar/behaltbar.
- Verhaltensgestaltung: Die Berücksichtigung alter und die Schaffung neuer Stereotypien des Verhaltens (Verhaltensmuster).

Die Ansätze gehen auf Arbeiten von DZIDA (1977) zurück. Des weiteren gilt die Eingangs bereits erwähnte DIN 66 234 (Teil 8) (1984), resp. ISO 9241 (Teil 10) (siehe auch Tab. 5.2).

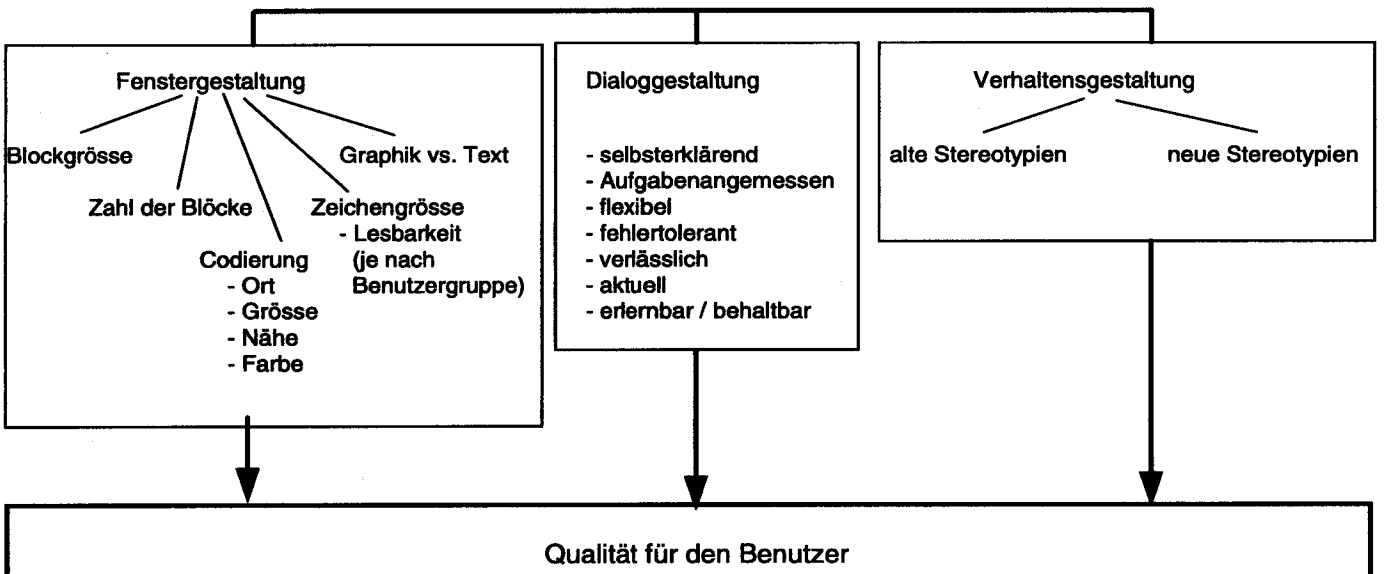
5.2.2 Umsetzung auf einen Automaten

Für einen Fahrkartenautomaten können die in Kapitel 5.2.1 erwähnten Normen für die Dialoggestaltung wie folgt umgesetzt werden:

1. *Selbsterklärend:*
   Der Benutzer erwartet vom Automaten eine Fahrkarte, eine Platzreservierung oder eine andere Dienstleistung. Der Automat muss demnach einen klar ersichtlichen Vorschlag für den Lösungsweg zu diesem Ziel anbieten. Der Weg sollte den Erwartungen des Benutzers folgen. Die Abfolge der auszuführenden Bedienungsschritte muss daher der "natürlichen", d.h. der in Europa in der Schule gelernten Richtung der Informationsaufnahme beim Lesen von links nach rechts, von oben nach unten oder dem Uhrzeigersinn entsprechen (VAN NES ET AL., 1987). Rücksprünge in der logischen Abfolge darf es nicht geben, ausser wenn der Benutzer das Ziel verloren hat. Die Reihenfolge der Blöcke kann mit Zahlen (1 - 2 - 3 - ...) oder Buchstaben (A - B - C - ...) betont werden. Eine ausführliche Bedienungsanleitung wird erfahrungsgemäss erst gelesen, wenn der Benutzer ohne diese nicht zu seinem gewünschten Ziel kommt.

2. *Aufgabenangemessen:*
   Diese Forderung ist sehr einschneidend, gilt es doch, Benutzer verschiedenen Übungsgrades möglichst schnell zum Ziel zu führen. So muss dem ungeübten Benutzern mehr Hilfe geboten werden als den Geübten. Es muss also möglich sein, Schritte zu überspringen oder auch in einem Schritt zusammenzufassen, d.h. geübte Benutzer sollten von jeder Stelle des Programms zu jeder andern Stelle ohne Umwege gelangen können. Umwege wären zusätzliche Bedienungsschritte. Es darf also nicht sein, dass Benutzer eines öffentlich aufgestellten Automaten von vorne beginnen müssen, bzw. mehrere Schritte löschen müssen, wenn sie in einen falschen Verzweigungsast gekommen sind. Die Zahl der Aufgabenschritte ist entsprechend dem Kenntnisstand der Benutzer zu minimieren. Unnötige Schritte wie eine Quittierung einer getroffenen Wahl dürfen nicht auftreten. Quittierungen werden üblicherweise von den Benutzern nicht erwartet. Die Wahl soll zielgerichtet sein und kein unnötiges Hin und Her in der Bedienung erfordern. Wahlmöglichkeiten, die ausserhalb der Erwartungen des Benutzers liegen (z.B. nicht in Zusammenhang mit der ursächlichen Aktivität des Automaten stehen), sollen nicht vorgesehen werden. Auch hier ergeben sich für den geübten Be-

Tab. 5.2: Anforderungen an einen ergonomisch gestalteten Dialog



nutzer wesentlich mehr Möglichkeiten als sie dem Ungeübten, dem Unerfahrenen in der Gebrauchsanweisung überhaupt angeboten werden.

3. *Flexibel:*
   Trotz des betonten Ablaufes von links nach rechts, von oben nach unten, im Uhrzeigersinn soll für Geübte oder nicht dem Normverhalten folgende Personen die Reihenfolge der Schritte nicht zwingend notwendig sein. Auf keinen Fall dürfen Sackgassen durch von der Norm abweichende Bedienung entstehen. Es sollen im Gegenteil Hinweise zur richtigen Wahl gegeben werden. Gerade bezüglich der kleineren Schritte gibt es sehr unterschiedliche Vorgehensweisen der Benutzer. Je nach Person wird erst die Klasse und dann die Fahrpreisermässigung, bzw. das Ziel, oder zuerst das Ziel und dann die Klasse, bzw. die Fahrpreisermässigung gewählt.

4. *Fehlertransparent und korrigierbar:*
   Falsche Eingaben dürfen nicht zu einem Zusammenbruch des Systems führen. Eine falsche Eingabe sollte nach Möglichkeit jederzeit korrigierbar sein, und zwar nicht nur einen Schritt zurück, sondern nach Möglichkeit zwei Schritte rückwärts. Diese Forderung muss vor allem ein flexibler Automat erfüllen, bei dem es unzumutbar wäre, wenn bei einer fehlerhaften Eingabe wieder von vorne begonnen werden müsste.

5. *Verlässlich und kontrollierbar:*
   Die Akzeptanz des Benutzers wird nur dann gut sein, wenn er das Gefühl hat, den Automaten jederzeit kontrollieren zu können. Dazu müssen allfällige Einschränkungen im Betrieb deutlich sichtbar in der Nähe des Bedienungsfeldes dargestellt werden. Es geht beispielsweise nicht, dass ein Automat, weil der Behälter für bestimmte Münzen überfüllt ist, diese Münze nicht mehr akzeptiert. Der Kunde steht dann kopfschüttelnd vor dem Automat und wirft Münze für Münze ein. In der Meinung, nur diese seien zufällig nicht automatenlesbar, wird er den Versuch mehrfach wiederholen und sich frustriert abwenden. Daher ist eine differenzierte Angabe der Beschränkung des Betriebes wichtig. Globale Meldungen wie "ausser Betrieb" sollten erst als letzte Meldung bei Ausfall des gesamten Systems auftreten. Der moderne Kunde schätzt eine differenzierte (eine genaue aber nicht unnötig lange) Information. Ferner müssen gleiche Dinge durch gleiche Manipulationen erreicht werden. Gleiche Dinge müssen auch gleich genannt werden, und nicht wie z.B. im Deutschaufsatz möglichst vielfältig umschrieben.

6. *Aktuell:*
   Der Benutzer muss jederzeit über seine bisherigen Aktionen bzw. über zusätzlich noch notwendige Aktionen informiert sein. Will er am Automat eine Fahrkarte lösen, so muss er den aktuellen Stand seiner bisherigen Aktivitäten bezüglich der richtigen Wahl aktuell vor Augen haben. Auch hier gilt das Prinzip der aktuellen Information. Es ist dies das bei der Oberflächengestaltung von Computern erprobte Prinzip "**W**hat **Y**ou **S**ee **I**s **W**hat **Y**ou **G**et", das im Akronym "WYSIWYG" kurz und prägnant zusammengefasst wird. Der Kunde sollte beispielsweise den schrittweisen Aufbau seiner speziellen Fahrkarte verfolgen können.

Eine schnelle Benutzung eines Automaten ist nur dann möglich, wenn auf erlernte oder schnell erlernbare *Stereotypien des Verhaltens* bei der Bedienung zurückge-

griffen wird. Hier liegt auch ein erheblicher Vorteil der Standardisierung solcher Automaten im öffentlichen Bereich, wie sie der Entwurf von DIN 30 795 vorsieht. Da die hohe Mobilität der Bevölkerung immer einen hohen Anteil an Ortsfremden resp. Ortsunkundigen im öffentlichen Verkehr erwarten lässt, muss heute im Gegensatz zu früheren Jahrzehnten viel mehr auf bereits vorhandene Stereotypien zurückgegriffen werden. Eine solche Stereotypie ist der bereits erwähnte Umgang mit einer dem Telefon entsprechenden Zehnertastatur. Hier kann auf gewohntes Verhalten zurückgegriffen werden, das z.B. auch bei Fernbedienungen in der Unterhaltungselektronik oder z.T. auch bei Bancomaten besteht. Die heute bestehende Vielfalt örtlicher Tarife muss in Zukunft im Interesse einheitlicherer Benutzungskonzepte reduziert werden, was bedingt, dass von speziellen, an den Tarifbezirk gebundenen Stereotypien Abschied genommen werden muss. Die damit verbundene Reduktion der individuellen Lösungen muss nicht zwingend zu einem Qualitätsverlust führen: Eine verbreitete, einheitliche und einfach Bedienung mit verbleibender individueller Angebotspalette kann durchaus zu einer subjektiv erhöhten Qualität führen. Die Gestaltung von Geräten für immer breitere Kreise wird auch in der Wissenschaft fundiert untersucht (NIELSEN, 1990). Der flexible Automat muss alle Fragen, die der Kunde an die Organisation des Tarifverbundes stellt, im Rahmen des möglichen mit einer flexiblen Anzeige beantworten können. Selbstverständlich können als Ergänzung Zeitungen und zusätzliche Anschläge verwendet werden. Ein flexibles Anzeigemedium (ein Bildschirm) bietet den Verkehrbetreibern die Möglichkeit, neue Möglichkeiten des Verkehrssystems transparent und vor Ort darzustellen und auf den Markt zu reagieren.

Das oberste Ziel bei der Gestaltung der Benutzungsoberfläche eines Automaten muss eine möglichst einfache Bedienung in wenigen Schritten sein. Damit die Benutzungsoberfläche übersichtlich ist, darf nur die absolut notwendige Information gegeben werden, da unnötige Information den Benutzer ablenkt oder verwirrt. Dazu muss die Benutzungsoberfläche optisch in wenige übersichtliche Blöcke aufgeteilt werden, die den einzelnen Schritten oder Teilschritten entsprechen und nach TULLIS (1983) die Zahl sieben nicht übersteigen darf. Jeder Block darf nur einen wesentlichen Bedienungsschritt oder eine wesentliche Information enthalten (wiederum mit jeweils maximal 7 Elementen), da der Kunde in jedem Block nur einen Funktionsschritt erwarten wird. Die Einzelschritte der Bedienung müssen optisch auch von weitem gut erkennbar voneinander getrennt sein; denn nur in einem Abstand von mehreren Metern ist der Benutzer in der Lage, den gesamten Automaten in einem Blick zu erfassen und den Überblick über die Blockstruktur des Automaten zu gewinnen. Wenn er direkt vor dem Automaten steht, geht wie bei einem Schüler an der Wandtafel die Übersicht verloren. In dem einfachen, gut strukturierten Bedienungsablauf sollte eine Bedienungsanleitung nicht eingeplant sein. Ein selbsterklärendes Prinzip ist auch im Hinblick auf ausländische Fahrgäste notwendig, da jeweils nur wenige Sprachen für eine Bedienungsanleitung berücksichtigt werden können. Der Einsatz von Piktogrammen, von graphischen Erklärungsmitteln ist in diesem Zusammenhang alphanumerischer Information (Text) ebenfalls vorzuziehen. International eingeführte Zeichen, wie z.B. i für Information, erleichtern den Dialog für Ortsfremde erheblich.

Der Forderung nach einfacher und übersichtlicher Benutzungsoberfläche kann mit der Reduktion der Anzahl Bedienungselemente Rechnung getragen werden. Die Zahl der Bedienungsschritte kann u.a. durch die Vorgabe von Standardvorschlägen, wie z.B. der drei Fahrkartenattribute Klasse, Reisespezifikation (einfache Fahrt oder Rückreise) und Preisgruppe erreicht werden. Die Vorgabe der Kombination "2. Klas-

se/einfache Fahrt/voller Preis" beschleunigt die Kartenauswahl erheblich, falls diese der am häufigsten gewählten Fahrkarten-Attributierung entspricht.[19]

Tab. 5.3 fasst die wichtigsten Kriterien nochmals zusammen.

Tab. 5.3: Zusammenstellung der wichtigsten Kriterien für die Softwaregestaltung

- Bedienung mit wenigen Schritten
- pro Block nur ein Bedienungsschritt
- optische Trennung der Schritte
- Standardvorschlag der Attribute zur Reduktion der Bedienungsschritte

5.3. Bedienungskonzept

5.3.1 Voraussetzungen

Ausgehend von der gegenwärtigen Situation eines kantonalen Verbundgebietes der Schweiz mit verschiedenen eigenständigen Ortsgebieten, ist eine Zusammenfassung aller Transportmittel (Bahn, Privatbahn, Tram, Bus, Postauto, Schiff, Seilbahn) geplant, die in diesem Gebiet vorhanden sind. Es soll einerseits ein umfangreiches regionales Angebot und andererseits ein sehr schnelles und einfaches lokales Kartenangebot zur Verfügung gestellt werden.

Das für das Verbundnetz vorgesehene Sortiment sollte rund 400 Ziele, verschiedene Tageskarten, eine Auswahl von ermässigten Spezialfahrkarten (z.B. Messefahrkarten, Freizeitfahrkarten, kombinierte Angebote Bahn-Schiff, Ausflugsfahrkarten) und Nahverkehrsfahrkarten mit einer differenzierten, leistungsbezogenen Tarifstruktur umfassen. Für die verschiedenen Fahrausweise sind drei Fahrkartenattribute vorgesehen, nämlich „1./2. Klasse", „einfache Fahrt/Retourfahrt" und „ganzer/reduzierter Preis". Ein Ausbau bestehender Kategorien sowie die Einführung neuer Kategorien sollte möglich sein, wie auch eine Änderung des Tarifs. Vorgesehen ist ferner ein differenziertes Tarifsystem in dem Sinne, dass ein leistungsbezogener Tarif[20] abverlangt wird. Dieses führt dazu, dass es im Tarifverbund mehr als zehn Preisstufen gibt.

Neben der vorgeschriebenen Palette an Billetten und deren Varianten soll das System im Sinne der Kundennähe die Möglichkeit bieten, wechselnde Sonderangebote zu präsentieren, die den Kunden auf einfache Weise zur Verfügung gestellt werden sollen.

---

[19] Die Attributkombination ist zudem so gewählt, dass mit dem Standardvorschlag auf jeden Fall eine Reise möglich ist (einfache Fahrt), nicht unnötig überbezahlt wird (2. Klasse), aber auch keine unerlaubte Vergünstigung beansprucht wird (voller Preis).

[20] ein Tarif, der möglichst genau die beanspruchte Leistung in Rechnung stellt

5.3.2 Ziel-Preis-Codierung

Ein wesentliches Problem jedes Automaten ist die Verknüpfung zwischen Ziel und Preis. Hierfür bieten sich drei Möglichkeiten an: die Direktwahl, die Zonencodierung und die Zielcodierung.

Direktwahl

Jedem Fahrziel wird eine eigene Taste zugeordnet. Dieses Konzept wird von der Schweizerischen Bundesbahn (SBB) bisher für ihre Fahrkartenautomaten eingesetzt (Typ B 50/100). Dabei sind 50 oder 100 Stationsnamen mit je einer Taste zur Wahl auf der Bedienungsoberfläche angeordnet, zudem sind, getrennt für 1. und 2. Klasse, Tasten für die Wahl einer Fahrkarte für eine Einfache oder Rückfahrt zum vollen oder ermässigten Preis vorhanden. Bei der Evaluation der ersten Automaten dieses Typs erfolgte parallel eine Untersuchung durch die SBB (PSYCHOLOGISCHER DIENST DER SBB, 1978, 1979). Ziel der Untersuchung war es, die Akzeptanz der Automaten bei den Benutzern zu erheben und allfällige Probleme in der Bedienung aufzuzeigen. Die wichtigsten Ergebnisse waren:

1. Die Akzeptanz für die getesteten Automatentypen mit einer Direktwahl ist bei guter Gestaltung der Benutzungsoberfläche genügend.
2. mehr als 75% der Erstbenutzer erhalten die von ihnen gewünschte Fahrkarte.
3. Die grosse Anzahl Tasten führt unter anderem zu einer langen Suchzeit bei der Benutzung. Aus diesem Grund ist eine Reduktion der Tastenzahl für eine bessere Verständlichkeit der Automatenbenutzung anzustreben.

$\Rightarrow$ Das Prinzip der Direktwahl ist einsetzbar.

Verbesserungen in der Benutzerführung und im Ablauf der Bedienung sind jedoch anzustreben. In die gleiche Richtung weisen auch Untersuchungen von VERHOEF (1986), der die Bedienung am genannten B100 nach einigen Jahren Erfahrung für den Einsatzbereich der Niederlande analysierte. Das Prinzip der Direktwahl bereitet also keine Schwierigkeiten. Probleme gibt es hingegen mit der Wahl der Reiseattribute. Preisgruppe und Reisespezifikation sind für jede Klasse gesondert aufgeführt, so dass für die gewünschte Wahl eine komplexe Entscheidung nötig ist.

Zonencodierung

Jedes Fahrziel ist je nach Distanz zum Standort des Automaten einer Zone zugeordnet. Die Zonengrenzen liegen als konzentrische Ringe um den Standort. In der Fahrtzielliste steht neben jedem Ziel der zugehörige Zonencode, der auf einer nebenstehenden Tastatur eingegeben wird. Dieses von REINIG (1983a, 1983b,1984) entwickelte Konzept ist für einfache Tarifsysteme mit wenigen Zonen entwickelt worden und in der DIN 30 795 (1986) detailliert geregelt. Untersuchungen von REINIG (1986) zeigen, dass die Vereinheitlichung der Automaten zur Entwicklung von Stereotypien bei den Benutzern führte. Erfahrungen mit den Automaten, zum Beispiel in München, zeigen aber auch eine Anlernphase von bis zu einem halben Jahr (REINIG, 1987) und eine geringe Akzeptanz bei den Benutzern. Dies könnte auf die komplexen Wahlmöglichkeiten an den Automaten zurückzuführen sein, die zu einer umständlichen Bedienung geführt haben. Ein grosser Nachteil der Zonencodierung ist der standortabhängige Code. Da damit ein wesentliches Element, der Eingabecode, aus Sicht des Benutzers nicht konstant ist, wird ein effektives Erlernen der Bedienung behindert.

Zielcodierung

Jedem Fahrziel ist ein spezifischer Code fest zugeordnet. Als Code kann zum Beispiel die Postleitzahl des Zielortes verwendet werden. Der Code wird mit einer Zehnertastatur (Telefontastatur) eingeben. Dieses Prinzip wurde bisher noch nicht systematisch für einen Fahrkartenautomaten eingesetzt, obwohl diese Art der Codierung beim Telefon eine Selbstverständlichkeit ist, ebenso wie die Eingabe mit einer Zehnertastatur.

Schlussfolgerungen

Vor- und Nachteile der drei beschriebenen Möglichkeiten sind in Tab. 4 aufgeführt.

Tab. 5.4: Vor- und Nachteile der verschiedenen Ziel-Preis-Codierungen

	Vorteile	Nachteile
Direktwahl	**eindeutiger Bezug** von Ziel zu Eingabe Rückgriff auf erlernte **Stereotypien in der Schweiz**	**maximal 100 Ziele** pro Automat möglich **keine Flexibilität** **Suche** auch bei Kenntnis der ungefähren Lage des Ziels nötig **Lesen** des Ziels immer nötig
Zonencodierung	**schnelle Eingabe** durch Eintastenbedienung Rückgriff auf erlernte **Stereotypien in Deutschland**	standortabhängiger Eingabecode, deshalb **nicht lernbar** **geringe Flexibilität** hoher **Aufwand** bei Automatenausstattung
Zielcodierung	standortunabhängiger Eingabecode **lernbar** **grosse Flexibilität** detaillierte **Abrechnung** möglich (genaue Benutzungsfrequenzen) Rückgriff auf **Stereotypien** (Telefonbedienung)	mehrstelliger Eingabecode führt zu grösserer **Belastung** des Kurzzeitgedächtnisses (bei mehr als vier Ziffern, max. 5 Ziffern) längere **Eingabezeit** durch Mehrtastenbedienung

Die Direktwahl muss von vornherein ausgeschlossen werden, da mit einem solchen Automaten maximal 100 Ziele angeboten werden können. Zudem bietet die Direktwahl nicht die geforderte Flexibilität.
Die Zonencodierung kann sich in Deutschland auf Stereotypien abstützen, die Flexibilität ist aber ebenfalls beschränkt. Der vom Standort abhängige Zonencode erschwert die Bedienung vor allem bei komplexen Aufgaben und schliesst ein Lernen

des ganzen Bedienungsvorganges aus. Der Aufdruck auf der Fahrkarte enthält keinen Hinweis für das vom Kunden gewünschte Ziel, da nur die Zone, also ein Gebiet, gewählt werden kann. Eine Zonencodierung eignet sich eher für ein einfaches Tarifsystem mit wenigen verschiedenen Fahrkartensorten, und weniger für das Angebot von komplexen Wahlmöglichkeiten. Die Akzeptanz bestehender Automaten ist zudem nicht so hoch, dass von einem gut eingeführten System gesprochen werden könnte.

Die Zielcodierung ist für den geplanten Einsatz zwar noch nie überprüft worden, beim Telefon ist das Prinzip aber in vergleichbarer Art schon lange realisiert und stösst kaum auf Kritik. Der Einsatz einer vielseitig verwendbaren Zehnertastatur erlaubt eine hohe Flexibilität, da sie mit zusätzlichen Funktionstasten beliebig kombiniert werden kann. Die Zehnertastatur in der beim Telefon üblichen Anordnung wurde von CONRAD AND HULL (1968) untersucht und als die am besten zu bedienende befunden. Weiterhin ist der Zielcode standortunabhängig und bei Verwendung der Postleitzahl als Code auch zu Hause überprüfbar und nachvollziehbar. Auf der Fahrkarte kann der genaue Zielort aufgedruckt werden, eine Erleichterung für den Kunden wie auch für das Kontrollpersonal. Nicht zuletzt erlaubt die Zielcodierung den Transportunternehmungen, eine genaue Verkaufsstatistik zu erstellen, die für Untersuchungen von Verkehrsflüssen und eine Abrechnung für einen Verkehrsverbund wichtig sein kann.

Die Vorteile der Zielcodierung überwiegen offensichtlich. Für die Nahverkehrsfahrkarten kann eine Zonencodierung beibehalten werden. Die Zonenzahl wird von drei auf zwei reduziert. Hier kann auf die starken Stereotypien im Verbundgebiet zurückgegriffen werden.

5.4 Umsetzung ergonomischer Konzepte

Zwei Umsetzungen der aufgeführten ergonomischen Konzepte wurden erstellt. Die Lösung A stützte sich hauptsächlich auf die Stereotypien der nach der DIN 30 795 normierten Automaten ab und ging in der Konzeption auf Arbeiten von Reinig zurück. Die notwendige Weiterentwicklung des DIN-Konzeptes wies einige Brüche im Konzept auf. Nur wenige Punkte des entwickelten ergonomischen Konzeptes wurden realisiert. Der in Zusammenarbeit mit einer Unternehmungsberatungsfirma entwickelte Neuentwurf B orientierte sich hauptsächlich an den aufgeführten ergonomischen Konzepten. Soweit wie möglich wurden die Konzepte realisiert und Stereotypien der Bedienung durch Verwendung der Telefontastatur und Übernahme der Zonencodierung im Nahverkehrsbereich berücksichtigt. Die Automaten A und B sind in Abb. 5.3 und 5.4 wiedergegeben.

5.4.1 Gemeinsame Elemente der beiden Lösungen

Die Zielliste umfasste alle Fahrtziele mit der zugehörigen Orts-Leitzahl in alphabetischer Reihenfolge. Die verwendete Schriftgrösse war bei Automat A 3,18mm (*Helvetica 12 Punkt normal*), bei Automat B 3,97mm (Helvetica 15 Punkt schmalhalbfett). Die Eingabe der Postleitzahl erfolgte mit einer Zehnertastatur. Die Zehnertastatur war gleich aufgebaut wie die Tastatur des Telefons, um bereits bestehende Stereotypien auszunutzen.

Ein Dreizeilendisplay zeigte dem Benutzer nach dem aus der Computer-Benutzungsoberflächengestaltung übernommenen Prinzip **"What You See Is What You Get"** (WYSIWYG) den jeweils aktuellen Stand der Fahrkarte an, die er gewählt hatte. Das Display hätte auch zur Kommunikation von Bedienungsanweisungen genutzt

werden können. Das vorgeschlagene Dreizeilendisplay war gemäss den Spezifikationen des Auftraggebers bereits stark abgemagert worden, und entsprach in seiner Ausführung nicht dem aktuellen Stand der Technik. Vor allem finanzielle Gründe wurden als Argument für diese Minimalvariante ins Feld geführt.
Vor der ersten Manipulation wurde der Fahrgast auf dem Display zur Eingabe des gewünschten Fahrzeit- oder Fahrkartenkategorien-Codes aufgefordert. Während der Eingabe wurde jeder Tastendruck auf der Anzeige quittiert (optischer Feedback). Nach vollständiger Eingabe des Codes zeigte das Display auf der obersten Zeile den zu bezahlenden Preis, auf der mittleren das gewählte Fahrziel oder die gewählte Fahrkartenkategorie, und in der untersten Zeile den Standardvorschlag der Atttribute oder nach entsprechender Umwahl die eingestellte Kombination der Attribute.

5.4.2 Gestaltung von Automat A

Die Frontfläche war in zwei Teile gegliedert (Abb. 5.3):

Informationsfeld:

Enthielt das Fahrtzielverzeichnis mit den dazugehörenden Postleitzahlen sowie einen Plan für den Gültigkeitsbereich der Nahverkehrs-Kurzstrekkenfahrkarte. Darunter war die Bedienungsanleitung mit sechs Anweisungsfeldern angeordnet (Nahverkehr Kurzstrecke, Einzelfahrkarte, Tageskarte, Spezialkarte, 1.Klasse, Retour). Zwischen den beiden Feldern stand als Blickfang die Aufforderung "Wählen Sie Ihren Fahrausweis".

Eingabefeld:

Zuoberst lag das Display ("WYSIWYG"), darunter eine zweispaltige Reihe von Eingabetasten, die von der Zehnertastatur unterbrochen wurde. Die linke Tastenreihe war für die Wahl von Fahrkarten zum vollen Preis bestimmt und mit einem Piktogramm für Erwachsene gekennzeichnet. Die rechte Tastenreihe diente zur Wahl der ermässigten Fahrkarte, das Piktogramm zeigte ein Kind und einen Hund. Oberhalb der Zehnertastatur lagen die Tasten für die Nahverkehrskarten, unterhalb diejenigen für Fahrkarten nach regionalen Zielen. Die Annahmesysteme für Münzen, Banknoten und Kreditkarten lagen rechts neben der Tastatur.

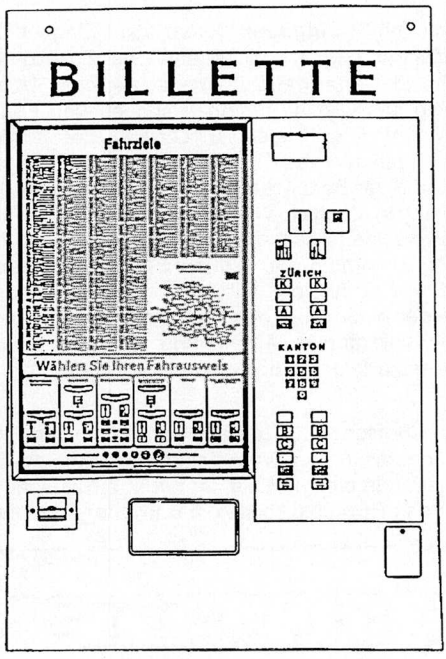


Abb. 5.3: Fahrkartenautomat kompatibel zur DIN-Norm 30 795 (Automat A).

5.4.3 Gestaltung von Automat B

Die Automatenoberfläche war in vier Felder unterteilt, die den einzelnen Schritten der Bedienung entsprachen (Abb. 5.4).

Informationsfeld **i**[21]*:*

Enthielt eine kurze Erklärung des Bedienungsablaufs in vier Sprachen (d, f, i, e). Das Informationsfeld war so konzipiert, dass es nur für erstmalige und unsichere Benutzer gerechnet war.

Wählfeld:

Unter der Überschrift "**Code**" mit der Aufforderung "**1 Wählen**" stand die Liste der zur Auswahl stehenden Fahrziele und der dazugehörenden Postleitzahlen, ferner das Codeverzeichnis für die anderen zur Wahl stehenden Fahrausweise (Tageskarten, Spezialfahrkarten und Nahverkehrskarten).

---

[21] Das **i** für Information wurde ohne weitere Prüfung auf seine Eignung als Piktogramm für Information oder Hilfe eingesetzt (siehe auch Kapitel 6.3.5).

Eingabefeld:

Die Überschrift "**2 Eingeben**" forderte zur Eingabe der getroffenen Wahl mit der Zehnertastatur und mit den zwei Zusatztasten **T** (**T**ageskarten) und **S** (**S**pezialkarten) auf. Zuoberst, zwischen Überschrift und Zehnertastatur lag das Display für Anweisungen und Feedback der Eingaben ("WYSIWYG"). Drei Tasten zur Umwahl des Standardvorschlages der Attribute ("Softkey-Tasten") waren unmittelbar unter dem Display angeordnet, damit der Bezug zur im Display erscheinenden Anzeige der Attributkombination deutlich wurde. Die Tasten waren mit dem jeweiligen Alternativvorschlag beschriftet. Ein separates Feld für alle Nahverkehrskarten lag unterhalb der Zehnertastatur und umfasste alle nötigen Tasten für die Wahl einer Nahverkehrskarte (Kurz-, Langstrecke, Tageskarte), ferner einen Plan des Gültigkeitsbereichs der Kurzstreckenkarte. Durch die vollständige Abtrennung aller Bedienungselemente für die Nahverkehrskarte entstand ein autonomer "Automat im Automaten".

Zahlfeld:

Unter der Überschrift "**3 Zahlen**" waren drei Systeme zur Geldannahme zusammengefasst: Münzverarbeitung, Banknotenverarbeitung und Kreditkartenleser. In diesem Feld lag ferner die Ausgabeschale für die Fahrkarte und das Rückgeld sowie ein Entwerter für Mehrfahrtenkarten.

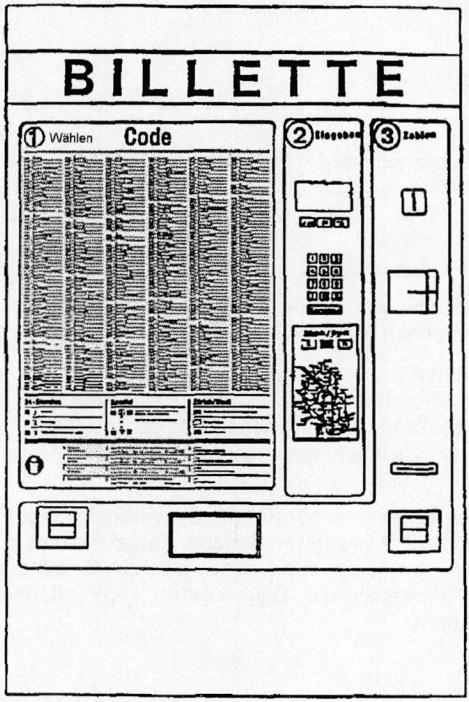


Abb. 5.4: Billettautomat nach Vorschlag ETH (Automat B).

5.4.4 Wahlvorgehen für die einzelnen Billettkategorien

Die Tabellen 5.5, 5.6, 5.7 und 5.8 geben je ein Beispiel für den Bedienungsablauf bei der Attributwahl, der Wahl einer Einzelfahrt, der Wahl einer Tageskarte (24-Std.Karte) sowie der Wahl einer Spezialkarte. Der Fall einer Nahverkehrskarte wurde ausgeklammert.

Die *Attributwahl* erforderte bei Version A in jedem Fall eine Reaktion des Kunden, während bei der Version B nur dann eine Reaktion erforderlich war, wenn das gewünschte Attribut vom Standardvorschlag abwich. Im Gegensatz zur Version B, bei der eine direkte Beziehung zwischen Taste und Attributanzeige bestand, musste bei der Version A zur Kontrolle eine grosse Blickbewegung durchgeführt werden, die normalerweise beim Kunden entfällt. Bei der Version A würde der naive Benutzer im Allgemeinen erst bei der Ausgabe der Fahrkarte merken, dass auf dieser das falsche Attribut vermerkt war. Eine aufwendige Umtauschaktion würde folgen.

Tab. 5.5: Das Wahlvorgehen bei der Attributwahl im Vergleich

	A	B
voller/ermässigter Preis	Doppeltastenreihe: links Taste für Erwachsene (voller Preis), rechts für Kinder (ermässigter Preis)	Attributtaste direkt beim Display: Voreinstellung voller Preis, Umwahl durch einmaligen Tastendruck
Einfach/Retour	Taste für Retour in der entsprechenden Tastenreihe (s. oben) drücken	Attributtaste direkt beim Display: Voreinstellung Einfachfahrt, Umwahl durch einmaligen Tastendruck
1./2. Klasse	Taste für 1. Klasse in der entsprechenden Tastenreihe (s. oben) drücken	Attributtaste direkt beim Display: Voreinstellung 2. Klasse, Umwahl durch einmaligen Tastendruck

Bei der Wahl einer *Einzelfahrkarte* musste bei beiden Versionen das Fahrziel gewählt und die zugehörige Codezahl eingegeben werden. Während bei B nun allenfalls eine Attributwahl erfolgte, mussten bei A zwei weitere Tasten gedrückt werden. Mit der Zahl der nötigen Tastendrucke steigt auch die Möglichkeit einer Falschwahl.

Tab. 5.6: Das Wahlvorgehen bei der Wahl der Einzelfahrkarte

Bedienungsschritt	A	B
1	Fahrziel wählen	Fahrziel wählen
2	Postleitzahl des Fahrzieles eingeben	Postleitzahl des Fahrzieles eingeben
3	mit oranger Taste in der zutreffenden Tastenreihe Erwachsener oder Kind wählen	nötigenfalls Attributwahl: 1. Klasse, Retour oder ermässigter Preis wählen
4	nötigenfalls 1. Klasse, oder Retour in der entsprechenden Tastenreihe (Erwachsener oder Kind) wählen	

Bei der Wahl der *Tageskarte* (24-Std.Karte) war für die Version B ein Schritt mehr notwendig. Während aber bei Version B die Verhaltensstereotypie der Einzelfahrt, nämlich die Eingabe eines Codes im wesentlichen beibehalten werden konnte - es musste nur statt eines vierstelligen Zifferncodes eine Buchstabentaste mit einer Ziffer gedrückt werden - ergab sich für die Version A ein Bruch in der Bedienung. Jetzt gab es nämlich für die Tageskarte Spezialtasten, unterschiedlich für Erwachsene oder Kinder. Die Version B erlaubte im Gegensatz zur Version A aufgrund der konsistenten Codierung zusätzlich eine grössere Anzahl von Tages- und auch Mehrtageskarten für Ortsfremde, wenn die Taste **T** mit entsprechenden Ziffern kombiniert wurde.

Tab. 5.7: Das Wahlvorgehen bei der Wahl einer Tageskarte

Bedienungsschritt	A	B
1	Art der Karte wählen	Art der Karte wählen
2	entsprechende Taste in der zutreffenden Tastenreihe (Erwachsener oder Kind) drücken	Taste **T** drücken
3	nötigenfalls 1. Klasse in der zutreffenden Tastenreihe (Erwachsener oder Kind) drücken	einstellige Nummer der gewünschten Karte eingeben
4		nötigenfalls Attributwahl: 1. Klasse oder ermässigter Preis wählen

Spezialkarten erforderten bei beiden Varianten die selbe Anzahl Bedienungsschritte. Es musste jeweils der Kartentyp aus dem Angebot gewählt werden. (Dieses Angebot könnte auf der Automatenoberfläche selber oder gesondert in Publikationsorganen beschrieben werden.) Es war die Codierungstaste **S** zu drücken und zusätzlich eine zweistellige Nummer einzugeben. Während im Automat A, in Übereinstimmung mit DIN 30 795, eine Einzeltaste mit der Zehnertastatur zu kombinieren war, erfolgte im Vorschlag B die gesamte Eingabe auf derselben formal zusammengehaltenen Zehnertastatur. Im Gegensatz zu A war also im Hinblick auf das Standardangebot die Konsistenz der Bedienung eingehalten.

Tab. 5.8: Das Wahlvorgehen bei der Wahl einer Spezialkarte

Bedienungsschritt	A	B
1	Karte aus dem Angebot wählen	Karte aus dem Angebot wählen
2	Taste S in der zutreffenden Tastenreihe (Erwachsener oder Kind) drücken	Taste S drücken
3	zweistellige Nummer der gewünschten Karte eingeben	zweistellige Nummer der gewünschten Karte eingeben
4	nötigenfalls 1. Klasse in der zutreffenden Tastenreihe (Erwachsener oder Kind) wählen	nötigenfalls Attributwahl: 1. Klasse oder ermässigter Preis wählen

5.5. Experimente

Das ad hoc technisch realisierbare Ergebnis für die Gestaltung der Automatenoberfläche waren die beiden in Abb. 5.5 und 5.6 dargestellten Entwürfe. Vor allem Automat B wies gegenüber dem ursprünglich vorgestellten "Idealautomaten" (Abb. 5.4) zum Teil einschneidende Abweichungen auf. Der Münzschlitz musste nach links in die Achse der Tastatur verschoben werden, da bei den Serienautomaten der Bereich rechts vom Banknotenleser beansprucht wird. Der Banknotenleser und der Kreditkartenleser wurden für die Versuche nicht eingebaut, so dass dieser Platz frei blieb. Da kein geeignetes Display mit drei Zeilen gefunden werden konnte, wurde bei beiden Automaten das bisher gebräuchlich Preisanzeigedisplay (7 Segmente mit drei Stellen und zwei Dezimalstellen, Schrifthöhe 25mm) und ein Zweizeilendisplay (5*7 Punkte-Matrix mit fünfzehn Zeichen, Schrifthöhe 10mm) verwendet. Bei Automat B konnte zudem die optische Trennung der Schritte 2 und 3 und die gestufte Grautönung der Schritte nicht realisiert werden. Damit wurden wichtige Punkte der gemachten Überlegungen nicht berücksichtigt, aus Zeitgründen war im Projekt eine bessere Lösung aber nicht möglich[22].

[22] Da die Geldverarbeitungsmodule für Münzen und Noten so gross sind, dass sie nebeneinander plaziert werden müssen, hätte eine mechanische Überleitung (schiefe Ebene) vom Münzenschlitz rechts zum Modul links daneben konstruiert werden müssen, was in der zur Verfügung stehenden Projektzeit nicht möglich war.

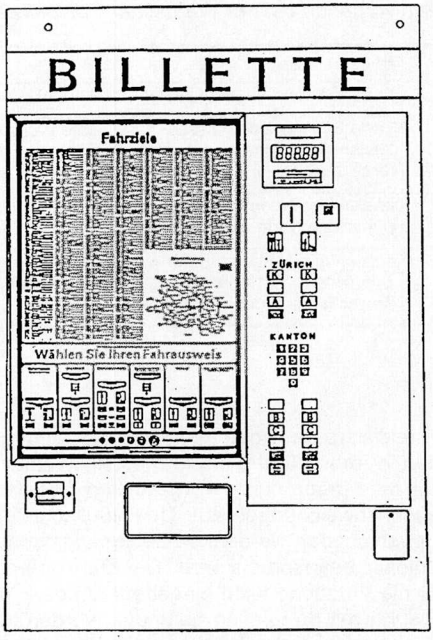


Abb. 5.5: Im Feldtest eingesetzter Billettautomat, kompatibel zur DIN-Norm 30 795(Automat A)

Jede Benutzungsoberfläche entsteht aus einer Verknüpfung verschiedener ergonomischer Grundgesetze, ist also ein Optimierungsprozess. Wie eingangs dargestellt, muss, um die Kundennähe resp. die Benutzungsfreundlichkeit zu gewährleisten, nach einer gründlichen konzeptionellen Arbeit die Prüfung der Konzepte mit den tatsächlichen Benutzern als Massstab vorgenommen werden. Im vorliegenden Fall war das Ziel eine Kontrolle mittels der Aspekte Erfolgsquote, Benutzerzeit und Akzeptanz. Zu diesem Zweck wurden Laborstudien sowie Feldexperimente durchgeführt.

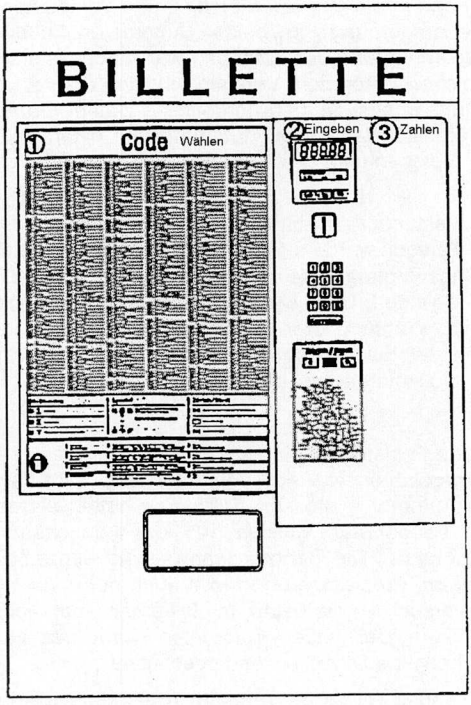


Abb. 5.6: Im Feldtest eingesetzter Billettautomat, Variante ETH (Variante B)

5.5.1 Laborversuche

Methode

Für den Laborversuch wurden 1:1 Modelle der beiden Automatenentwürfe eingesetzt, die sich weitgehend an den in Kapitel 5.4 entwickelten Modellen orientierten. Die Automaten waren allerdings nur soweit funktionsfähig, wie es die Überprüfung des Verständnisses der Bedienung erforderte. Zielliste und Bedienungsanleitung entsprachen derjenigen der geplanten Automaten. Das Display wurde mit einem Flüssigkristall-Flachbildschirm simuliert. Als Tastatur wurde eine handelsübliche Wegtastatur verwendet. Die Geldannahmemittel wurden nicht eingebaut. Ebenso wurden durch die Automaten keine Fahrkarten ausgegeben.

Die Versuche wurden an zwei Standorten durchgeführt. Der erste Versuchsstandort befand sich in der Gaststätte einer Hochschul-Aussenstation, die häufig von Rentnern als Ausflugslokal frequentiert wird. Der zweite Standort war ein Untersuchungsraum des Instituts.

Am ersten Standort (Gaststätte; Feldstudie) waren je fünfzehn unter 30jährige Personen (Studenten und Hochschulmitarbeiter) und fünfzehn über 60jährige Personen (Rentner) am Versuch beteiligt. Die Versuchspersonen erhielten die Aufgabe, schrift-

lich vorgegebene Fahrkarten mit einer bestimmten Attributkombination zu lösen. Jede Person wurde aufgefordert, an beiden Automaten Fahrkarten zu lösen. Die Reihenfolge der Bedienung und der Aufgaben war randomisiert, um einen allfälligen Lerneffekt auszugleichen. Nach dem Versuch mussten die Versuchspersonen einen Fragebogen ausfüllen. Erfasst wurden persönliche Daten, die Akzeptanz jedes Automaten und ein Vergleich der beiden Automaten. In einem Interview erhielten die Versuchspersonen Gelegenheit, ihre Eindrücke zu den Automaten und spontane Kritik zu äussern.

Am zweiten Versuchsstandort (Institut; Laborstudie) waren fünf jüngere Personen beteiligt. In diesem Versuch wurde dieselbe Aufgabe wie am ersten Standort gestellt. Während des Lösungsvorganges wurden aber zusätzlich die Blickbewegungen der Versuchspersonen registriert. Dazu wurde eine im Institut entwickelte Brille (GRAF ET AL., 1988) eingesetzt. Während des Versuches war der Kopf der Versuchsperson fixiert. Damit konnte der Einfluss der Kopfbewegung eliminiert werden. Jede Versuchsperson führte pro Automat drei Lösungsvorgänge aus.

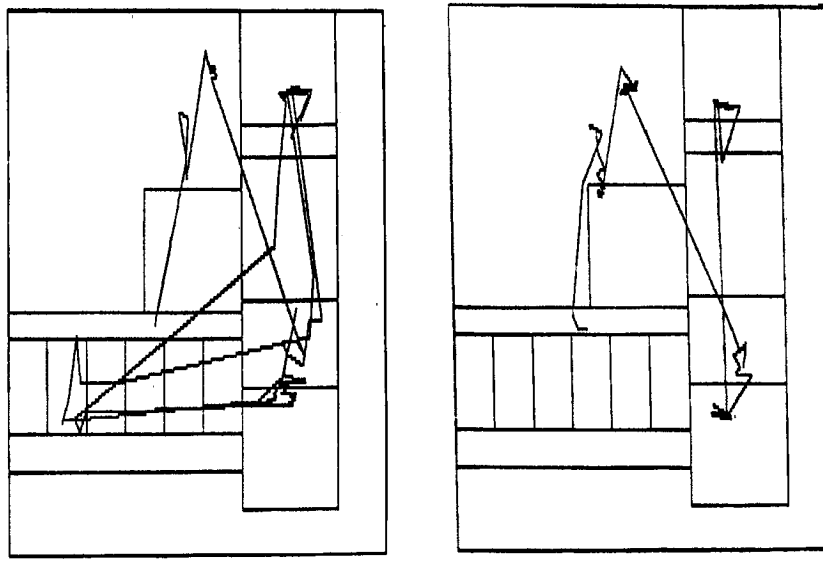
Ergebnisse

Experiment "simulierte Feldstudie"
Sowohl aus den Fragebogen wie aus den Interviews geht hervor, dass die Versuchspersonen am Automat A grössere Probleme hatten als am Automat B. Zum Teil wurde Automat A sogar stark kritisiert. 10% der Versuchspersonen bevorzugten Automat A, 80% Automat B. Die Gebrauchsanweisung wurde bei beiden Automaten kaum beachtet. Erst bei Problemen und meist auch nur nach einem Hinweis durch den Versuchsleiter versuchten die Leute, mit Hilfe der Gebrauchsanweisung die gestellte Aufgabe zu lösen. Bei beiden Automaten wurde das vergrösserte Angebot und die dadurch verbesserte Dienstleistung geschätzt.

Der Ablauf der Bedienung wurde bei Automat A als kompliziert und nicht einleuchtend beschrieben. Besondere Schwierigkeiten bereitete die Funktion der Quittierungstaste, deren Funktion den Benutzern weitgehend unklar war. Die Wahl der ermässigten Fahrkarte war vor allem den älteren Versuchspersonen unklar. Die Wahl des jeweils für den gewünschten Fahrkartentyp zutreffenden Erklärungsfeldes bereitete ebenfalls grosse Mühe. Die Mischung von Graphik und Text erleichtert die Aufgabe nicht, sondern bewirkt eher das Gegenteil. Piktogramme verleiten dazu, den Text zu vernachlässigen, da sie mit weniger Mühe und schneller erfasst werden können. Zudem waren die Piktogramme offenbar nicht selbsterklärend und trugen deshalb nicht zur besseren Verständlichkeit bei. Mehr als 50 Prozent der Personen wählten vermutlich deshalb das erste Feld links in der Bedienungsanleitung (Nahverkehr Kurzstrecke), ohne die Überschrift dieses Feldes zu lesen, ungeachtet dessen, dass sie im Prinzip eine andere Fahrkarte lösen sollten.

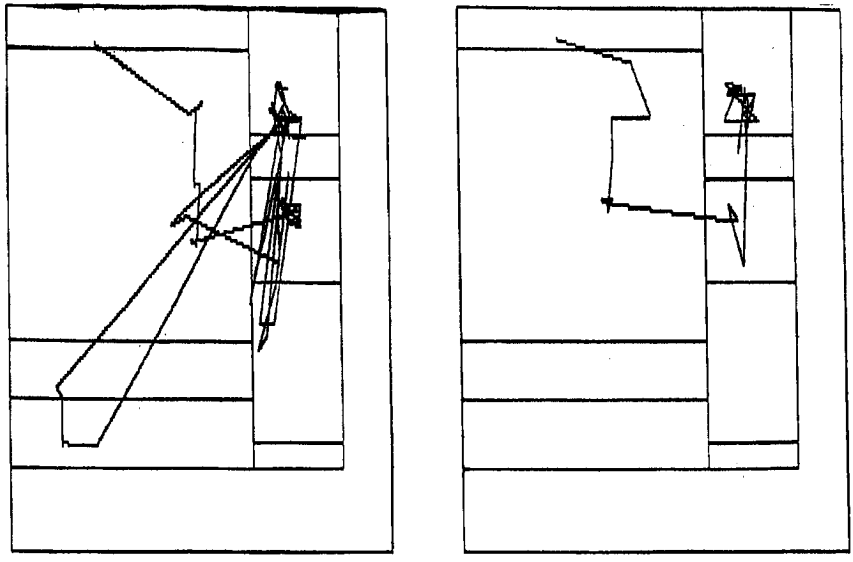
Bei Automat B wurde ebenfalls Kritik geäussert. Etwa ein Drittel der Personen hatte bei der ersten Wahl Mühe mit den "Softkey"-Tasten. Mit diesen Tasten konnte die Voreinstellung der Attribute (Klasse, Preisgruppe und Reisespezifikation) nach den individuellen Wünschen geändert werden. Sobald die Funktionsweise einmal erkannt worden war, stellten die Tasten kein Problem mehr dar. Die neu eingeführten Begriffe "24-Stunden-Karte" und "Sonderkarte" verunsicherten einige Versuchspersonen. Der Standardvorschlag, der ebenfalls ungewohnt war, wurde nicht von allen Leuten sofort verstanden. Generell wurde das Wählprinzip gelobt und als übersichtlich und einfach beurteilt.

Experiment "Laborstudie"
Die Ergebnisse der Blickbewegungsanalyse sind in den Abb. 5.7 und 5.8 dargestellt. Abb. 5.7a zeigt einen charakteristischen Verlauf der Blickbewegung an Automat A beim ersten, Abb. 5.7b den Verlauf am selben Automaten beim dritten Lösungsversuch. Den Blickbewegungsverlauf an Automat B zeigen die Abb. 5.8a (erster Versuch) und Abb. 5.8b (dritter Versuch).



a) b)

Abb. 5.7: Blickbewegungsverlauf am Automaten A
a) beim ersten Versuch, ein Billett zu lösen
b) beim dritten Versuch



a) b)

Abb. 5.8: Blickbewegungsverlauf am Automaten B
a) beim ersten Versuch, ein Billett zu lösen
b) beim dritten Versuch

Diskussion

Die Ergebnisse der Fragebogen und der Interviews weisen darauf hin, dass bei Automat A einige grundlegende Probleme vorhanden sind. Die Art der Wahl der ermässigten Fahrkarte (Wahl der Tastenreihe mit Piktogramm Kind/Hund) wird häufig nicht verstanden oder akzeptiert. Vor allem ältere Leute und Inhaber des in der Schweiz weit verbreiteten Halbpreisabonnements beschweren sich, keine ihren Erwartungen entsprechende Wahlmöglichkeit vorzufinden. Ebenso wird die Quittierungstaste nicht verstanden. In beiden Punkten entspricht das geforderte Verhalten zur richtigen Bedienung nicht den Erwartungen der Benutzer.

Die Analyse der Blickbewegungen erlaubt einen Einblick in die Strategien der Benutzer und kann Mängel in der Konzeption der Automaten aufzeigen. In den jeweiligen ersten Versuchen (Abb. 5.7a und 5.8a) sind Suchbewegungen der Augen vorherrschend. Auffallend ist dabei, dass bei Automat A sehr lange Sprünge der Augen (Saccaden) auftreten und die ganze Benutzungsoberfläche mit den Augen überstrichen wird. Bei Automat B ist ein eindeutiges Schwergewicht der Blickbewegungsaktivität im rechten Teil des Automaten festzustellen, im Bereich des Displays und der Zehnertastatur. Für den Erstbenutzer der Automaten bedeutet dies, dass er bei Automat A viel Zeit zur Orientierung braucht. Dazu sind lange Sprünge mit den Augen nötig, die eine Belastung darstellen und deshalb häufig zu Fehlern führen. Bei Automat B scheint die Orientierung weniger Zeit zu beanspruchen. Das Schwergewicht der Tätigkeit liegt im Feld 2, "Eingeben" und Kontrolle des Ergebnisses im Display. Kurze Saccaden zwischen Bildschirm und Tastatur stellen eine geringere Belastung dar, eine Fehlorientierung ist weniger wahrscheinlich.

Der Grund für die unterschiedlichen Blickbewegungsmuster kann darin liegen, dass die Benutzungsoberfläche von Automat A keine den Benutzer lenkende Grobstruktur aufweist. Diese Grobstruktur wird sichtbar, wenn die Abbildungen aus etwa zwei Metern Entfernung oder mit zugekniffenen Augen betrachtet werden. Bei Automat A (Abb. 5.5) ist keine solche Struktur erkennbar, es treten im Gegenteil extreme Blickbewegungen auf. Bei Automat B (Abb. 5.6) dagegen treten die Blöcke **i, 1, 2, 3** als erkennbare Struktur hervor. Von diesen Blöcken wird das Auge geleitet, und kann dort verweilen, wo eine längere Bearbeitung des Blockinhalts nötig ist. Betrachtet man die Abb. 5.5 und 5.6 aus 20cm Entfernung, sind nur noch die Strukturen zu erkennen, die ein Benutzer am Automat bei der Bedienung mit einem Blick erkennen kann. Bei Automat A ist eine Orientierung schwierig, da die einzelnen Schritte der Bedienung zum Teil verstreut angeordnet sind. Bei Automat B dagegen ist innerhalb der Blöcke ebenfalls eine Strukturierung vorhanden, die auch aus nächster Nähe eine Orientierung erlauben. Zudem sind die nötigen Informationen und Bedienungselemente so kompakt angeordnet, dass sie mit wenigen Blicken erfasst werden können.

Nach drei Versuchen scheint der kurzzeitige Lernprozess der Bedienung abgeschlossen zu sein. Die Blickbewegungen dokumentieren somit den vom Benutzer gewählten, durch ihn entwickelten "optimalen" Bedienungsablauf. Ein Vergleich der dritten Versuche an beiden Automaten erlaubt deshalb einen Vergleich der zugrunde liegenden Konzepte. Bei Automat A treten immer noch wesentlich längere Saccaden auf als bei Automat B. Zudem überkreuzt sich bei Automat A der Weg des Bedienungsablaufs, während der Ablauf bei Automat B geradlinig vonstatten geht. Bei Automat A ist kein bevorzugter Bereich zu erkennen, demgegenüber liegt das Schwergewicht der Aufenthaltszeit bei Automat B deutlich im Bereich des Displays, das den aktuellen Stand der Fahrkartenwahl anzeigt. Bei Automat B ist der Einsatz des Displays zur Kommunikation mit dem Benutzer sehr gut nutzbar. Es könnte also zur Benutzerführung eines komplexeren Systems, zur Präsentation von speziellen Angeboten (Sonderfahrten, Fahrtempfehlungen etc.) oder bei gerade nicht benutzten Geräten ganz allgemein als Werbefläche genutzt werden.

Ein gemeinsamer Mangel der beiden Automaten wird ebenfalls aus der Analyse der Blickbewegung deutlich: Der Münzschlitz, der aus technischen Gründen an dieser Stelle liegt, ist so plaziert, dass er beim Zusammenstellen der Fahrkarte mit den Augen "übersprungen" werden muss. Er stört den harmonischen Ablauf der Bedienung erheblich und verlängert unnötig den mit den Augen zurückzulegenden Weg. Damit werden die Schwierigkeiten der Benutzer unnötig vergrössert.

5.5.2 Realer Feldversuch

Methode

Je ein Prototyp der beiden Automaten A und B wurde nacheinander im Hauptbahnhof Zürich installiert. Die Automaten waren bis auf die Geldverarbeitung voll funktionstüchtig und entsprachen im äusseren Erscheinungsbild allfälligen Serienautomaten. Als Tastatur wurde allerdings eine nicht serientaugliche eingesetzt, dieselbe Wegtastatur, die auch bei den Modellen für die Laborversuche verwendet wurde. Die Automaten wurden an je fünf Versuchstagen betrieben und beobachtet.

Die Automaten waren so plaziert, dass sie in der Nähe des Hauptstromes der potentiellen Benutzer lagen. In der Nähe stand ein konventioneller Automat, so dass die Örtlichkeit des Versuchs als Bezugsort für Fahrkarten bereits bekannt war. Eine Tafel machte auf die zusätzliche Möglichkeit für den Fahrkartenkauf aufmerksam, ohne

auf den Versuch oder das zu testende Konzept hinzuweisen. Die Passanten wurden nicht angesprochen, damit keine Beeinflussung möglich war. Eine seitlich aufgestellte, in einem Fahrzeug versteckte Videokamera registrierte das Benutzerverhalten. Hatte ein Benutzer erfolgreich eine Fahrkarte zusammengestellt und begann zu bezahlen (der Münzschlitz war als einzige Geldannahmemedium vorhanden), startete der Versuchsleiter den Ausdruck der aktuell zusammengestellten Fahrkarte extern via Knopfdruck. Um Fehlinterpretationen der Resultate zu vermeiden, wurde der Druck ebenfalls ausgelöst, wenn offensichtlich war, dass einzig das fehlende Kleingeld der Grund eines Versuchsabbruchs sein würde. Mit der Fahrkarte wurde den Versuchspersonen ein Fragebogen mit der Aufforderung übergeben, diesen ausgefüllt zurückzusenden. Mit diesem Vorgehen wurden nur Personen befragt, die zumindest zu einer, aber nicht notwendigerweise zur gewünschten, Fahrkarte gelangt waren. Bei der Übergabe der Fahrkarte entstand häufig ein Gespräch, in dem die Versuchspersonen von sich aus ihre persönlichen Wünsche und Kritiken äusserten. Acht Fragen des Fragebogens betrafen die Person des Probanden, die Gewohnheiten und Vorlieben beim Lösen einer Fahrkarte und die Erfahrung im Umgang mit technischen Systemen. In achtzehn weiteren Fragen wurde eine detaillierte Beurteilung des jeweiligen Automaten erfragt. Ein direkter Vergleich der Automaten wie im Labor war nicht möglich, da jeweils nur ein Automat aufgestellt war. Aufgrund der Videoaufnahmen konnte die Anzahl Personen, die sich mit dem Automaten beschäftigt hatten und die Anzahl effektiver Lösungsversuche bestimmt werden. Weiter war es möglich, die jeweils benötigte Zeit bis zur Erlangung einer Fahrkarte und die Anzahl Handlungsschritte bis zum Erfolg zu ermitteln.

Ergebnisse

Aus den Videoaufnahmen wurde ermittelt, dass während der beobachteten Zeit 152 Personen an Automat A und 126 Personen an Automat B eine Fahrkarte lösen wollten. Davon erlangten an Automat A 50 Prozent, an Automat B 85,5 Prozent erfolgreich eine Fahrkarte. Durchschnittlich führten die Personen dazu bei A 13,5 (optimal wären 5) Handlungen, bei B 6,8 (optimal 4) Handlungen aus. Abb. 5.9 zeigt die Verteilung der Anzahl benötigten Handlungen pro gelöste Fahrkarte. Die benötigte Anzahl Schritte spiegelt sich auch in der Gesamtzeit zum Lösen einer Fahrkarte wieder: Bei A dauerte der ganze Prozess im Durchschnitt 91,8 Sekunden, bei B 34,1 Sekunden. Aus Abb. 5.10 ist die Verteilung der benötigten Zeit pro gelöste Fahrkarte ersichtlich.

Die Auswertung der Fragebogen ergab folgendes Bild: Von den pro Automat abgegebenen 70 Fragebogen wurden bei Automat A 67 Prozent, bei Automat B 78,5 Prozent ausgefüllt zurückgeschickt. Die persönlichen Daten der Versuchspersonen sind in Tab. 5.9 zusammengefasst. Tab. 5.10 zeigt, wie die Versuchspersonen ihren Erfolg am Automaten beurteilen und mit welchen Punkten der Bedienung sie Mühe hatte. Tab. 5.11 enthält eine Beurteilung der geometrischen Anordnung von Bedienungselementen der Automaten. Fett sind jeweils diejenigen Werte hervorgehoben, die im Vergleich der zwei Automaten besser sind. Die Altersverteilung ist aus Abb. 5.11 ersichtlich.

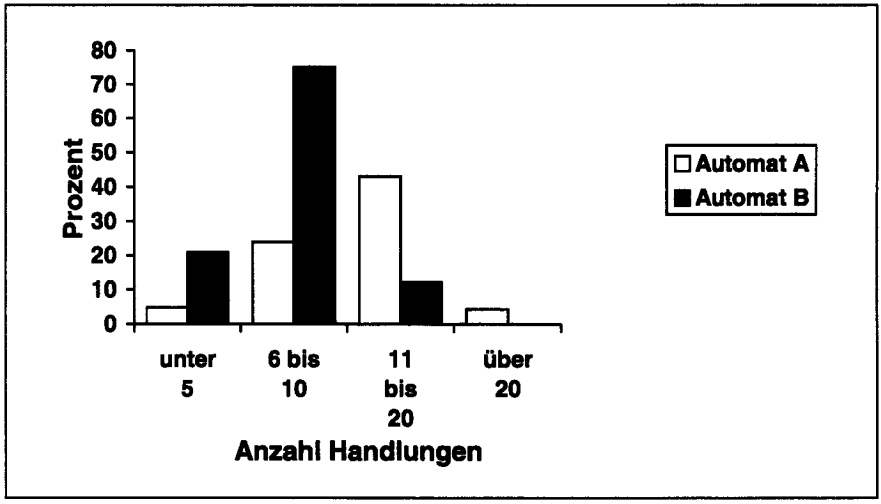


Abb. 5.9: Anzahl benötigter Handlungen, um zu einem Billett zu kommen, für beide Automaten

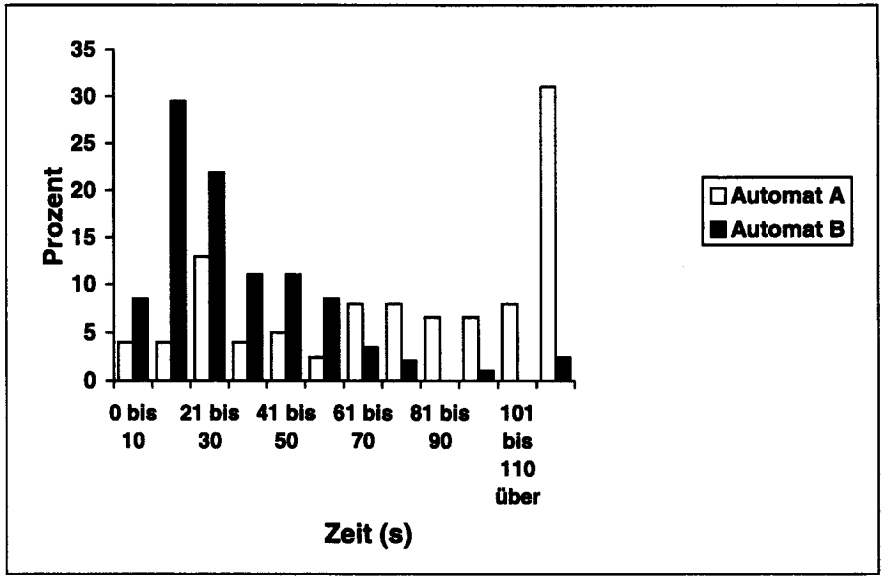


Abb. 5.10: Benötigte Zeit, um ein Billett zu lösen, für beide Automaten

Tab. 5.9: Persönliche Daten aus den Fragebogen

	A	B
Anteil Männer	53%	62%
bevorzugten Fahrkartenkauf am Schalter	17%	29%
benutzen häufig einen Fahrkartenautomaten	59,5%	56%

Tab. 5.10: Beurteilung der Automaten aufgrund der Fragebogen

	A	B
keine/geringe Schwierigkeiten beim Fahrkartenlösen	29,5%	**80%**
keine Schwierigkeiten mit vierstelligem Code	89%	89%
können sich vier- oder fünfstellige Zahl merken	87,5%	91%
Schwierigkeiten klein, die richtigen Tasten zu finden	74%	**96%**
Attributwahl verstanden	80%	**91%**
Wahl ermässigte Karte verstanden	61%	-
gewünschte Fahrkarte erhalten	87%	**94,5%**
würden Einführung des Angebots begrüssen	78,5%	**93%**

Tab. 5.11: Beurteilung der Geometrie der Automaten aufgrund der Fragebogen

		A	B
Höhe des Zielverzeichnisses	richtig	**83%**	78%
	zu tief	**12,5%**	18%
Höhe der Tastatur	richtig	62%	**76,5%**
	zu tief	38%	**9%**
Höhe des Displays	richtig	**76,5%**	63,5%
	zu tief	**4%**	5,5%

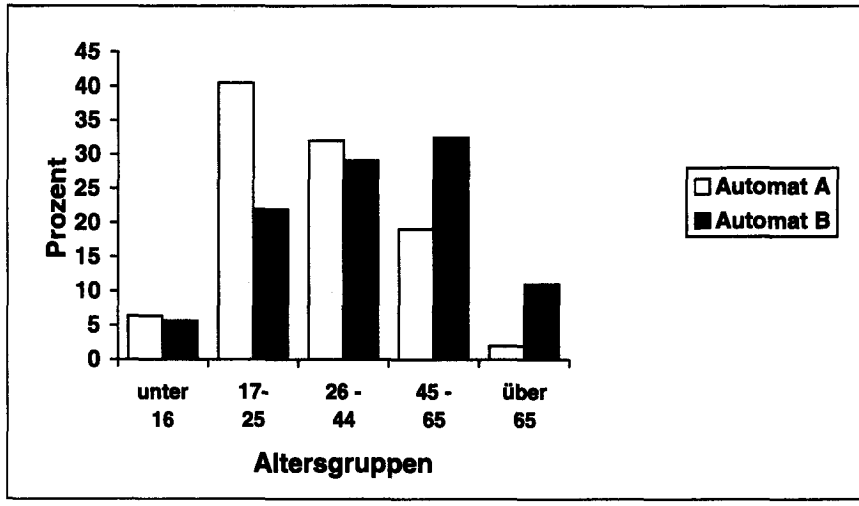


Abb. 5.11: Altersverteilung der freiwilligen Versuchspersonen für beide Automaten

Diskussion

Die Analyse der Videoaufzeichnungen zeigt, dass die Bedienung von Automat A komplizierter ist als diejenige von Automat B. Mehr Handlungen pro gelöste Fahrkarte bewirken zwangsläufig eine längere Bedienungszeit. Die grosse Anzahl gescheiterter Versuche weist auf grössere Probleme in der Bedienung hin. Die Reaktionen der Versuchspersonen unterstreichen diese Tatsache. An Automat A wurde viel Kritik geäussert, ganze Teile des Bedienungsablaufes wurden bemängelt, so zum Beispiel die Wahl der ermässigten Fahrkarte. Auch nachdem den Versuchspersonen das Prinzip erläutert worden war, fanden sie es nicht benutzungsfreundlich.

Die Kritik an Automat B dagegen bezog sich auf Einzelheiten und vor allem auf Neuerungen, die den Leuten fremd vorkamen. So wurde zum Beispiel das Prinzip der Attributwahl mit dem Standardvorschlag zwar zuerst häufig bemängelt, aber meistens verstanden. Nachdem die Versuchspersonen den Ablauf aber durchschaut hatten, respektive ihre Fahrkarte erhalten hatten, fanden sie, das Prinzip erleichtere den Bedienungsablauf.

Aus den Antworten in den Fragebogen können dieselben Schlüsse gezogen werden. Der überwiegende Teil der Versuchspersonen gab bei Automat A an, mehr als geringe Probleme beim Lösen der Fahrkarte gehabt zu haben. Auch die Probleme mit den Attributen lassen sich aus den Antworten ablesen. Bei Automat A fanden über ein Drittel der Benutzer, dass die Eingabetastatur zu tief lag. Dies dürfte auf die lange Reihe der Tasten zurückzuführen sein, die sehr weit nach unten reichte. Die Altersverteilung (Abb. 5.11) zeigt bei Automat A eine Untervertretung der älteren Leute, bei Automat B hingegen die zu erwartende Bevölkerungsstruktur. Aufgrund der Beobachtungen der Versuche und anhand der Videobilder lässt sich vermuten, dass vor allem ältere Leute durch das Erscheinungsbild des Automaten (keine klare Strukturierung, viele Tasten) von einer Bedienung abgeschreckt wurden.

Das erstmals realisierte Konzept, das Ziel mittels der Postleitzahl zu wählen, das beiden Automaten gemeinsam war, stiess auf keine Probleme. Sowohl der vierstellige Code wie auch die Eingabe mit der Zehnertastatur wurde gut akzeptiert. Die neuen Möglichkeiten, die eine solche Codierung bietet, wurden sehr begrüsst. Dies schlägt sich im hohen Prozentsatz der Befragten nieder, die ungeachtet des Automatentyps die Einführung des von ihnen getesteten Automaten befürworteten.

5.5.3 Zusammenfassende Diskussion

Es zeigte sich, dass die Version B eine konsistente, eindeutige Benutzerführung mit den Ziffern 1, 2, 3 und der Verwendung eines eindeutigen, leicht verständlichen Codes erlaubt. Im wesentlichen muss die Funktion einer Umwahltaste ("Softkey") für die Attribute erlernt werden. Die enge Beziehung zur Darstellung in der Anzeige ermöglicht, dass der Lernprozess nach einmaliger Benutzung abgeschlossen ist. Die Aufmerksamkeit wird eindeutig auf die Anzeige gelenkt. Die Anzeige führt den Benutzer. Die Auswahl verschiedener Fahrkarten kann mit einer konsistenten Fortführung des DIN-Konzeptes nicht flexibel und den Wünschen der Benutzer entsprechend realisiert werden.

Die Beurteilung der beiden Automaten anhand der in Kapitel 5.2 aufgestellten Kriterien für die Gestaltung einer gut strukturierten Benutzungsoberfläche sowie der Daten aus den Versuchen und der Aussagen der Versuchspersonen ergibt folgendes Bild:

Die Benutzungsoberfläche von Automat A ist ungenügend strukturiert. Die komplexe Informationsübertragung, das Sammeln der benötigten Information stört den flüssigen Ablauf der Bedienung. Der Bedienungsablauf ist so geordnet, dass er teilweise überkreuzt zu Vor- und Rückwärtssprüngen führt. Die einzelnen auszuführenden Schritte sind weder optisch noch räumlich klar voneinander getrennt. Das Inlay für den Gültigkeitsbereich der Kurzstreckenkarte im Verzeichnis der Ziele lenkt während eines Suchprozesses von der Aufgabe ab. Diese Vermischung von Codeverzeichnis und Information ist für einen reibungslosen Ablauf hinderlich.

Das Bedienungskonzept ist durch die Vermischung der Anordnung nach DIN 30 795 mit neuen Elementen wenig übersichtlich. Die Möglichkeit von Interferenzen der DIN-Stereotypien mit neuen Anforderungen ist eine potentielle Quelle von Problemen. Die Mischung von Text und Piktogrammen in der Gebrauchsanweisung erwies sich als ungünstig. Die Piktogramme rufen bekanntes Wissen ab und verführen dazu, den zum Verständnis nötigen Text nicht zu lesen. Zum Erlernen eines neuen Bedienungsvorgangs ist eine solche Mischung also nicht geeignet.

Eine Quittierungstaste ist vielen Benutzern, wie auch bei Computerprogrammen, ein Stein des Anstosses und ist in der vorliegenden Form nicht akzeptabel. Die Art der Codierung der ermässigten Fahrkarte stösst auf Unverständnis, da zu viele Benutzer keine ihren Wünschen entsprechende Wahloption vorfinden. Die zweizeilige Tastenanordnung ist für diese Art von Automaten mit einem komplexen Angebot an Wahlmöglichkeiten ungeeignet. Die untersten Tasten in der Doppelreihe werden natürlicherweise schlecht erfasst, da sie für das Auge nicht im günstigen Bereich für die Erkennung liegen. Die eingeschobene Zehnertastatur durchbricht das Prinzip der Anordnung, damit erhöhen sich die Probleme mit der Zweispaltigkeit zusätzlich. Die räumliche Anordnung der Tasten erlaubt es nicht, sie ohne grosse Bewegung der Hand zu bedienen, was zu Suchbewegungen und damit zu Zeitverlust und möglicherweise Fehlbedienungen führt. Die grosse Anzahl Tasten (31 Tasten) und deren

Anordnung schreckt vor allem ältere Leute ab, da der Eindruck einer komplizierten Bedienung entsteht.

Die Attributwahl ist nicht gelöst, neben den angesprochenen Problemen mit der ermässigten Fahrkarte sind die Tasten für 1. Klasse und Retourfahrt so weit vom Display weg plaziert, dass der Bezug von Standardvorschlag zu den Änderungstasten fehlt. Den anthropometrischen Anforderungen wird genügend Rechnung getragen, Kritik wird nur bezüglich der zu tief liegenden untersten Tasten geäussert.

Die getrennt zu beurteilende Wahl der Nahverkehrskarten wurde nicht getestet, die Wahl der Langstreckenkarte mit dem aus der Zielliste herauszusuchenden Stadtcode könnte jedoch problematisch sein.

Die Benutzungsoberfläche von Automat B ist klarer strukturiert. Die Schritte "Information - Wählen - Eingeben - Zahlen" sind optisch und funktional deutlich voneinander abgegrenzt und zur Verstärkung der Trennung noch in der Ablaufreihenfolge (im Uhrzeigersinn) numeriert. Das Konzept der Bedienung wird von den Benutzern als einfach und durchschaubar bezeichnet. Die Tastenanordnung ist kompakt und ist von der Anzahl mit 19 Tasten soweit minimiert, dass ein Überblick noch möglich ist. Durch die eingeschränkte Anzahl Tasten ist es möglich, die wesentlichen Tasten zu jedem Zeitpunkt der Bedienung mit einer Hand und einem Blick zu erfassen. Die Wahl der Attribute ist einheitlich für alle drei Attribute. Gewisse Probleme treten durch die ungewohnte Art der Wahl mit Vorgabe eines Standardvorschlages und Umwahl mittels "Softkey"-Tasten auf. Diese Schwierigkeiten dürften sich aber nach einer Einführungszeit schnell legen, denn bereits nach einem Versuch hatten die Versuchspersonen diese Art der Wahl verstanden. Der Anthropometrie wird bei Automat B besser Rechnung getragen. Die gegenüber Automat A bessere Geometrie ist durch die Kompaktheit der verwendeten Bedienungselemente möglich.

Durch die Ausnützung der bestehenden Stereotypien und die Gestaltung als "Automat im Automat" konnte die Wahl der Nahverkehrskarte einfach gelöst werden. Diese Lösung erlaubt es auch, als Übergangszustand nur den Nahverkehrsteil in Betrieb zu nehmen oder zu einem späteren Zeitpunkt eine andere Lösung für diesen Fahrkartentyp einzusetzen.

Die objektiven, gemessenen Daten der Labor- und Feldversuche bestärken die oben gemachten Feststellungen. Die Akzeptanz liegt, vor allem im Laborversuch, wo ein direkter Vergleich der beiden Automaten möglich war, für Automat B höher. Im Feldversuch scheiterten an Automat A 50 Prozent der Benutzer und konnten keine Fahrkarte lösen. Damit schneidet dieser Automat deutlich schlechter ab als Automat B, wo nur 14 Prozent der Benutzer scheiterten. Zudem deutet die Altersverteilung bei den Versuchspersonen im Feldversuch darauf hin, dass ältere Leute davor zurückschrecken, an Automat A eine Fahrkarte zu lösen. Die durchschnittliche Bedienungszeit für Automat A ist beinahe dreimal länger als für Automat B. Jede Entscheidung dauert bei Automat A länger. Zudem werden auch mehr Schritte benötigt, den Zeitbedarf stark erhöht.

Der Vergleich der beiden Automaten zeigt, dass die in Kapitel 5.2 aufgestellten Kriterien richtig sind. Die Schwierigkeiten bei Automat A sind zu einem guten Teil auf die fehlende Orientierungsstruktur im Erscheinungsbild der Benutzungsoberfläche zurückzuführen. Für den ungeübten Benutzer ist kein Ablauf zu erkennen, der ihn bei seiner Aufgabe unterstützen würde. Automat B dagegen mit seiner aufgegliederten Benutzungsoberfläche führt den Benutzer durch den Wahlvorgang für eine Fahrkarte. In den Blöcken sind Information und Bedienungselemente so verteilt, dass sie dann wahrgenommen werden, wenn sie auch gebraucht werden. Eine weitere Be-

stätigung dieser Vermutung ist die Auswertung der Altersstruktur der Personen, die am eigentlichen Feldversuch (spontan) an die neuen Automaten herantraten (Abb. 5.11). Die deutliche Spitze von jüngeren Personen bei Automat A gegenüber der gleichmässigeren Verteilung bei Automat B (Spitze bei der mittleren Altersgruppe) deutet darauf hin, dass die älteren Personen von weitem keine Struktur erkennen konnten und schon früh, weit ausserhalb des im Versuch erfassten Bereichs, den Versuch aufgaben, an diesem Automaten eine Fahrkarte zu lösen. Auch aufgrund der benötigten Zeit für das Lösen einer Fahrkarte deutet die Kurve mit zwei Maxima bei Automat A (Abb. 5.10) darauf hin, dass die Bedienung je nach Erfahrungshintergrund oder der technischen Intelligenz der Benutzer unterschiedlich ausfällt. Bei Automat B dagegen ist die Verteilung der Zeiten so, dass die Kurve nur *ein* Maximum beim Wert 10-20 Sekunden aufweist und dann abfällt.

Piktogramme sind zur Kommunikation von *neuen* Informationen für den Benutzer nicht geeignet, besonders wenn sie mit Text vermischt werden. Sie dienen lediglich als Gedächtnisstütze für *bereits bekannte* Information, ersetzen aber das Lernen nicht, da sie für eine neue Situation jeweils neu gelernt werden müssen. Die Piktogramme ziehen die Aufmerksamkeit völlig auf sich, und die Wahrnehmung von anderen Informationen (z.B. Text) wird unterdrückt. Bei Automat A treten aus diesem Grund Probleme auf. Die Gebrauchsanweisung besteht aus einer Mischung von Piktogrammen und Text. Der Sinn der Piktogramme wird nicht immer verstanden, und der Text wird in der Regel nicht gelesen. Deshalb wurde häufig das falsche Erklärungsfeld der Anleitung bearbeitet. Eine Anleitung wie bei Automat B (reiner Text) gibt in wenigen Worten das wesentliche an, und wird nur von Benutzern gelesen, die wirklich Hilfe brauchen.

Das Display, das eine Führungshilfe übernehmen könnte, ist bei Automat A aufgrund der Blickbewegungsanalyse (Abb. 5.7a und 5.7b) nicht im Zentrum der Aufmerksamkeit. Die Analyse der Blickbewegungen bei Automat B (Abb. 5.8a und 5.8b) zeigt dagegen, dass das Display sehr intensiv betrachtet, also benutzt wird. Der Hauptanteil der Verweilzeit wird auf dem Display verbracht, was eine Verwendbarkeit des Displays zur Informations- und "Hilfe"-Anzeige unterstreicht.

Bei beiden Automaten sind noch ungelöste Probleme vorhanden. Bei Automat A ist die Lösung dieser Probleme schwierig, da konzeptionelle Änderungen nötig wären. Eine Quittierungstaste ist in der vorliegenden Form nicht einsetzbar. Die Tastenanordnung fordert viel Flexibilität von den Benutzern, eine Voraussetzung, die von älteren Leuten und Ortsunkundigen nicht gefordert werden sollte.

Bei Automat B dagegen ist es möglich, durch kleinere Änderungen noch Verbesserungen zu erreichen. So wäre eine Verlegung des Münzschlitzes in das Feld 3 (Zahlen) sowie die Plazierung der "Softkey"-Tasten näher unter dem Display eine wesentliche Erleichterung für das Verständnis des Standardvorschlages und seiner Funktion. Eine optische Anbindung der Tasten an das Display wäre ebenfalls sehr hilfreich (BREINHOLT AND KRUEGER, 1996). Das Display kann auch stärker zur Benutzerführung herangezogen werden, um z.B. konkrete Bedienungsanweisungen zu geben und so auch die Idee des Standardvorschlages einprägsamer zu vermitteln.

5.6 Schlussfolgerungen

Die Untersuchung zeigt, dass die aufgestellten ergonomischen Konzepte aus der Software-Ergonomie auf einen Automaten im öffentlichen Verkehr übertragen werden können. Ein nach diesen Konzepten entwickelter Automat ist einem konventionellen, bestehenden Normen folgenden Automaten in der Benutzungsfreundlichkeit

überlegen. Die Benutzungsfreundlichkeit (Benutzerkomfort) ist ein wichtiger Aspekt, da ein noch so gutes Angebot des öffentlichen Verkehrs nur Sinn macht, wenn es auch entsprechend genutzt wird. Es ist deshalb sinnvoll, in diesem Bereich alles zu tun, um den Fahrgästen ein Optimum an Service zu bieten. Für neue oder auszubauende Angebote sind neue Lösungen zu suchen und die bisherigen Lösungen kritisch zu prüfen. Layoutaspekte haben einen wesentlichen Anteil an der Usability eines Produktes. Diese Aspekte lassen sich relativ genau umschreiben und eine Beachtung dieser Regeln führt fast zwingend zu guten Lösungen (siehe Kap. 5.2).

Mit der erarbeiteten und geprüften Variante B ist eine mögliche Lösung des Problems gefunden worden. Weitergehenden Lösungen sind denkbar, denn auch zum *jetzigen Zeitpunkt darf nicht beim Bestehenden Halt gemacht werden.* Bei jeder Weiterentwicklung ist darauf zu achten, dass die Anforderungen der Ergonomie berücksichtigt werden. Bereits sind Automaten entstanden, die zur Eingabe Codes unterschiedlicher Länge verwenden und in sich nicht konsistent sind. Solche Entwicklungen können die Einführung leistungsfähiger, der breiten Öffentlichkeit dienender Systeme in Frage stellen. Ein Automat, dessen Bedienung zum Intelligenztest wird, wird nie von einer breiten Bevölkerungsschicht akzeptiert werden. Er wird deshalb nicht benutzt werden. Damit werden die Möglichkeiten und Vorteile von intelligenten Automaten nicht genutzt.

Die Prüfung der Lösungskonzepte in Labor- und Felduntersuchungen hat sich bewährt und zu wertvollen Erkenntnissen geführt. Die spätere Einführung der Geräte wurde wesentlich durch diese vorgängig durchgeführten Untersuchungen erleichtert. Der eingeschlagene Weg von der Idee zum Produkt hat sich bewährt. Deshalb wurde er konsequent auf das im folgenden (Kapitel 6) beschrieben Projekt angewendet.

6 Experiment Deutsche Bahn AG

Die in Kapitel 5 beschriebene Untersuchung bezieht sich auf ein Gerät, das noch in der Tradition der mechanischen Automaten geplant worden war. In der Folge interessierte, wie weit die gemachten Erfahrungen auf einen Automaten ohne sichtbare mechanische Komponenten zu übertragen sind. Elektronische Lösungen (mit Bildschirm und Touchscreen als Ein- und Ausgabemedium) bieten eine wesentlich flexiblere Oberfläche, die aktuellen Gegebenheiten in Sekunden angepasst werden können. Zudem entfällt ein grosser Serviceaufwand, wenn On-line Verbindungen zu einer zentralen Datenbank eingesetzt werden. Weitere Vorteile sind die Erweiterung des Angebots in Selbstbedienung auf Auslandfahrkarten, Reservationen, sowie Suchfunktionen, die dem Kunden ein "browsen" durch die Angebote ermöglichen. Eine Standortbestimmung (Kap. 6.1) zeigte den aktuellen Stand der Entwicklung zum Zeitpunkt des Projektbeginns. In der Folge wurde die Aufgabe in Unterschritte aufgeteilt und Schritt für Schritt untersucht. Der Entwicklungsprozess wurde mit den positiven Erfahrungen der in Kapitel 5 vorgestellten Studie verfeinert und erweitert. Insbesonders wurde zusätzlich die Methode des Prototypings eingesetzt, um Detailaspekte zu untersuchen und Bausteine für eine Gesamtlösung zu erstellen.

6.1 Bestandesaufnahme von bestehenden Automaten

Eine kurze Analyse bestehender Systeme (FELIX, 1989) zeigte:

- *in Rom:*
  Fahrkartenautomat mit Touchscreen auf einem Charakter-Screen (Eingabe) und einem Graphik-Monitor (Ausgabe),
- *in München:*
  Fernverkehrs-Fahrkartenautomat mit gedruckter Zielliste, Tastatur und Bildschirm,
- *in Paris:*
  Fahrkartenautomat für alle grösseren Orte mit einem Touchscreen (Ein- und Ausgabe),
- *in Frankfurt:*
  Fernverkehrs-Fahrkartenautomat (mit online-Verbindung zum Rechner der DB) mit einem Touchscreen (Ein- und Ausgabe).

Die Erkenntnisse aus der Analyse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Touchscreens werden vermehrt für öffentliche Anwendungen eingesetzt.
- es ist ein hochauflösender Bildschirm nötig, um graphische Elemente zeigen zu können.
- für komplexe Aufgaben ist ein grosser Bildschirm (19") nötig, um neben der aktuellen, zu bearbeitenden Seite noch eine allgemeine Benutzerhilfe in genügend grosser Schrift geben zu können.
- Unter Berücksichtigung der in Kapitel 5.1 gemachten Einschränkungen bezüglich der farbsehschwachen Personen erlauben Farben eine attraktivere Gestaltung der Benutzungsoberfläche, zudem sind Farben zur Benutzer-

führung einsetzbar. Der Einsatz von Farbe ist aber gezielt vorzunehmen. Farben um der Farbigkeit willen wirken kontraproduktiv.

- die Zuverlässigkeit des Touchscreens ist ein zentraler Faktor. Löst der Schirm nicht gleichmässig aus, verschiebt sich die Touchmatrix gegenüber dem Bild oder treten Doppelauslösungen auf, ist die Bedienung für ungeübte Benutzer äusserst unattraktiv.
- der Touchscreen wird von Erstbenutzern häufig mit grosser Skepsis bedient, haben die Benutzer aber einmal verstanden, wie er funktioniert, sind sie meist begeistert.
- aus umfangreichen Verkaufs-Angeboten wird meist nur ein kleiner Teil genutzt.
- Touchscreens finden Verbreitung, aber deren Ergonomie lässt nach wie vor zu wünschen übrig.

6.2 Problemanalyse

Das Tarifmodell der DB soll das komplexeste der Welt sein (Angaben der Deutschen Bahn AG). Erfahrungen von Personen, die häufiger in Deutschland reisen, zeigten, dass selbst am Schalter nicht immer die günstigste Variante angeboten wird. Aus diesem Grund ist es sehr wichtig, dass dem Benutzer am Automaten die günstigste Variante zugänglich gemacht wird und er auch dazu hingeführt wird. Eine gründliche Analyse des Tarifmodells anhand der Tarif-Regelwerke der Deutschen Bahn AG (DPT I & II, 1990) sowie des elektronischen Schalterverkaufsprogrammes und dessen Handbücher (KURS '90, 1989) erlaubte, die zu lösende Aufgabe genau zu umschreiben und zu strukturieren.

Diese Analyse zeigt, dass die DB tatsächlich über ein äusserst komplexes Tarifsystem verfügt. Dieses Tarifsystem mit seiner ganzen Komplexität dem Fahrgast zur Selbstbedienung zu übergeben, ist kaum möglich. Selbst das Schalterpersonal ist im allgemeinen über Spezialfälle nur sehr mangelhaft informiert und weiss vor allem über dasjenige Sortiment Bescheid, das am jeweiligen Arbeitsort von den Kunden verlangt wird. Grundsätzlich müsste deshalb zuerst einmal das Tarifsystem Gegenstand einer ergonomischen Bereinigung sein.

> *Ein Fahrscheinautomat kann nicht eine mangelhafte Transparenz oder Ergonomie eines dahinterstehenden Systems lösen!*

Wie andere hierarchische Strukturen ist das System über die Jahre gewachsen, jede Neuerung wurde dabei der bestehenden Struktur "aufgepfropft". Es wäre deshalb angezeigt, die bestehende Struktur in Frage zu stellen, unnötige Unterscheidungen und Subklassen von Fahrkarten zu eliminieren oder komplizierte Spezialfälle einfacher zu regeln. Dies war im Rahmen dieses Projektes nicht möglich (nicht erwünscht?). Aus diesem Grund wurde das bestehende Angebot für die Versuche auf ein absolutes Minimum reduziert. Das System der DB ist für den Benutzer nicht transparent, da es eine Vielzahl von Ermässigungen gibt, die überwiegend an komplizierte Bedingungen geknüpft sind. Der normale Kunde hat keine Möglichkeit, alle Varianten zu kennen, oder deren Anwendbarkeit auf seinen Wunsch zu beurteilen. Er muss sich auf die Beratung durch das Schalterpersonal verlassen, das gelegentlich ebenfalls überfordert ist.

Die detaillierte Analyse des Tarifmodells hat aufgezeigt, dass eine Fahrkarte für eine *Hin- und Rückfahrt* die hauptsächlichen Probleme der Benutzungsoberfläche beinhaltet. Für alle anderen Fahrkarten im Inlandverkehr kommen keine grundsätzlich neuen Probleme hinzu. Die Problemkreise von Auslandfahrkarten, Reservationen und Fahrplanauskünften mussten aus Zeitgründen ausgeklammert werden, die Erkenntnisse dieser Studie erlauben es aber, auch für diese Teilbereiche schnell zu einem guten Dialog zu kommen. Bei der Analyse konnten drei Kategorien von Fahrkarten (Gattungen) und Ermässigungen identifiziert werden:

1. Grundangebot wie Einfache Fahrt, Hin- und Rückfahrt, das auf jeden Fall für Versuche im System vorhanden sein muss,
2. Bereiche, die zwar am Automaten verkauft werden können, aber entweder
   - am Schalter sehr selten verlangt werden oder nicht von hoher Priorität sind(z. B. Besuch von Kriegergräbern);
   - andere Datenbanken benötigen, die z.T. noch nicht verfügbar sind oder für die Versuche nicht implementiert werden (z. B. Reservation, Fahrplan);
   - selbst Schalterbeamten nicht ganz klar sind (z. B. alleinreisender Begleiter);
3. Fahrkarten oder Ausweise, die nur am Schalter erworben werden können, weil
   - ein Berechtigungsnachweis zu erbringen ist (z. B. Pass-Grundkarten),
   - spezielle Formulare dazu nötig sind (z. B. Versicherungen)
   - Transaktionen zu erfolgen haben, welche am Automaten (noch) nicht möglich sind (z. Bsp. Rückerstattungen).

Als nächster Schritt wurden die Gattungen und Ermässigungen, die implementiert werden sollten, so strukturiert, dass ein Überblick über die Funktionen möglich wurde. Dabei wurde darauf geachtet, dass sinnvolle Gruppierungen entstanden. Diese mussten nicht notwendigerweise mit der tariflichen Gliederung übereinstimmen. Abb. 6.1 gibt die Strukturierung des Tarifsystems für den Teilbereich der Hin- und Rückfahrkarte wieder (die Abbildung dient nur zur Illustration der Komplexität).

Neben der Vielzahl von Fahrscheintypen ist die Abhängigkeit der einzelnen Typen voneinander und von anderen für die Fahrkarte wichtigen Parametern (Reisedistanz, Reisedatum, Anzahl der Reisenden) sehr komplex und wenig durchschaubar. Diese Abhängigkeiten sind dem Benutzer weitgehend fremd. Am Automaten muss er aber in irgend einer Form entscheiden, wie er diese Abhängigkeiten mit seinen Reisewünschen vereinbaren kann. Da es zweifelsohne immer wieder zu Widersprüchen zwischen Wunsch und tariflicher Möglichkeit kommt, wird vorgeschlagen, dass ein zwischen Tarifsystem (dem Systemrechner) und der Benutzungsoberfläche (resp. dem Benutzer) angesiedelter Programmteil laufend die Eingaben kontrolliert und auf Inkompatibilitäten mit dem Tarifmodell prüft (Abb. 6.2). Tritt eine solche auf, muss dies dem Benutzer mitgeteilt werden, so dass er diese Inkompatibilität behe-

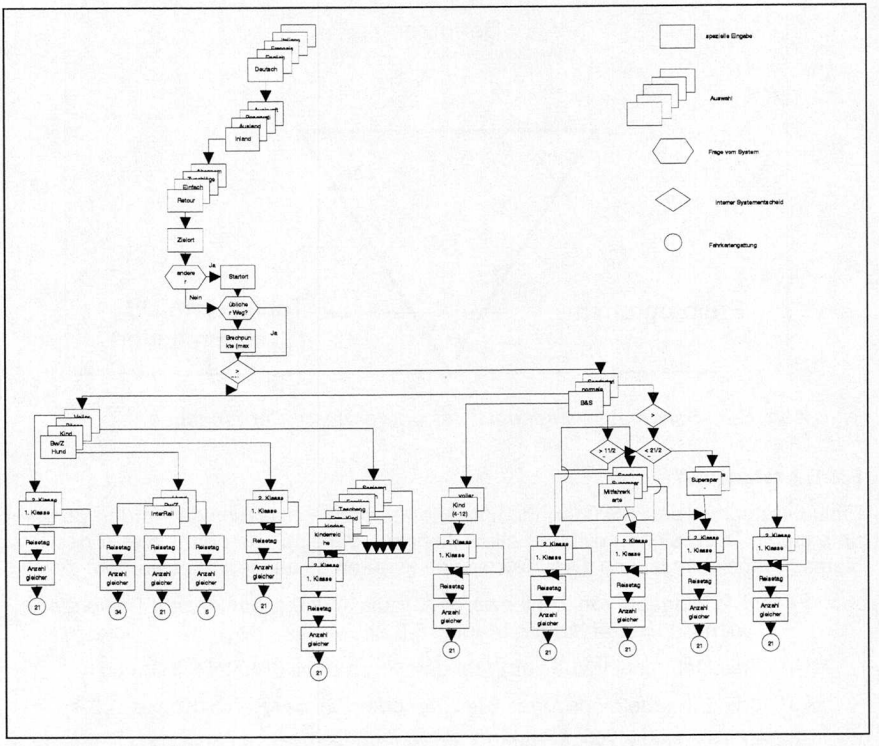


Abb. 6.1: Tarifmodell der Deutschen Bahn AG für eine Rückfahrkarte (dient nur zur Illustration der Komplexität!).

ben kann. Eine laufende Überprüfung jeder Eingabe erlaubt es, der Systemmeldung des Zentralrechners der DB zuvorzukommen und zur Berechnung der tatsächlichen Fahrkarte nur geprüfte, das heisst gültige Daten zu verwenden. Als "Fehler"-Meldung ist eine Beschreibung der Inkompatibilität, mit Vorschlägen zur Behebung in Form von Optionen vorzusehen. Somit wird dem Benutzer nicht eine "Fehlermeldung", sondern eine Hilfemeldung angezeigt, die ihm zum einen ein zügiges Arbeiten erlaubt, zum andern das Tarifsystem auf diese Weise erklärt. Dies ist auch in Übereinstimmung mit der DIN 66 234-Regel (siehe Kapitel 3.2, Abb. 3.1) der Fehlerrobustheit und der Erwartungskonformität.

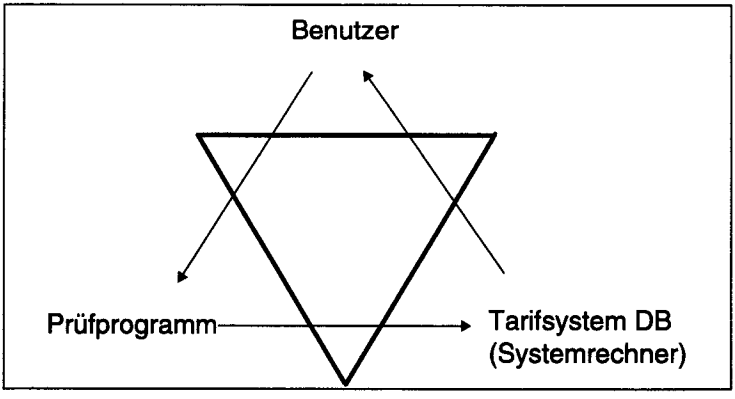


Abb. 6.2: Schematisches Modell der Überprüfung aller Eingaben.

6.2.1. Archetypen

Einige in den ersten Entwürfen identifizierte kritische Einzelaspekte wurden genauer untersucht. Dazu eignen sich vor allem Aspekte, die sich aus dem Kontext des Problems herauslösen lassen. Drei Teilaspekte konnten so ausgegrenzt werden:

- Die Eingabe von Zahlenwerten für die Angabe *der Anzahl Reisender mit identischen Fahrkarten* (Kapitel 6.3.2),
- die Datumseingabe zur Wahl des *Reisetages* (Kapitel 6.3.3) und
- die Eingabe eines Ortes wie *Start* oder *Ziel der Reise* (Kapitel 6.3.4).

Ein weiterer Teilaspekt, der sich im Laufe der Arbeit herauskristallisierte, besteht in der optischen Präsentation der Information, im Folgenden als "Attraktivität" bezeichnet. Darunter wird die visuelle Darstellung der ganzen Applikation verstanden, die sowohl Formen, räumliche Anordnung sowie Farben umfasst. Primär ist dieser Bereich den eher künstlerischen Gestaltern vorbehalten. Funktion und Präsentation haben gemäss heute wieder gültiger Designmaxime eine gemeinsame Basis (die frühere Designphilosophie „form follows function"), deshalb wurden diese Aspekte ebenfalls in die Überlegungen mit einbezogen (Kapitel 6.3.5).

6.3 Experimente

6.3.1 Eingabemedium Touchscreen (Touchfeldgrösse)

Problem

Durch den Einsatz eines Touchscreen in einer Umgebung, die keine genaue Umschreibung des Benutzerkollektivs zulässt, werden Fragen aufgeworfen, die bislang wenig untersucht wurden. Ein Problemkreis ist die Definition der minimalen Grösse eines Feldes, das am Bildschirm berührt werden soll. Nicht die Aufgabe des "Treffens" soll ja im Zentrum der Bedienung stehen, sondern die Wahl der

gewünschten Fahrkarte. Zudem ist mit einer Parallaxe[23] zu rechnen, so dass eine gewisse Abweichung vom Sollwert möglich sein muss.

Ein weiterer Problemkreis ist die Einführung des Touchscreens in der Bevölkerung. Jahrelang hiess es, man dürfe den Bildschirm nicht berühren, sogar, dies könne gefährlich sein. Nun plötzlich muss der Bildschirm zur Bedienung berührt werden. Es wird deshalb nötig sein, die Benutzer zur Berührung zu animieren.
Letztere Frage ist in diesem Projekt nicht angegangen worden, muss aber in der Praxis berücksichtigt werden. Dies kann zum Beispiel mit einer Pressekampagne bei der Einführung, gezielter graphischer Gestaltung oder mit Hinweisen auf dem Gerät gelöst werden.

Methode

Der erste Versuch wurde mit zwölf Personen (die Hälfte davon Frauen) zwischen 18 und 51 Jahren durchgeführt (Median 26,5 Jahre). Alle Versuchspersonen hatten schon Erfahrung mit einer Schreibmaschinentastatur. Auf drei alpha-Tastaturen im QWERTZ-Layout mit Tastengrössen von 13 mm (T1, 4), 16 mm (T2, 5) und 19 mm (T3, 6) mussten auf dem senkrecht stehenden Bildschirm mit Touchscreenvorsatz vorgegebene Ortschaften eingetippt werden. Zusätzlich wurden jeweils zwei Anordnungen der Tasten untersucht: Versetzt wie auf der Schreibmaschine (T1, 2, 3) (Abb. 6.3a) oder direkt untereinander (T4, 5, 6) (Abb. 6.3b). Tabelle 6.1 gibt einen Überblick über die Kombinationen.

Tab. 6.1: Übersicht über die Eigenschaften der getesteten Tastaturlayouts

Eigenschaft	T1	T2	T3	T4	T5	T6
13 mm	X			X		
16 mm		X			X	
19 mm			X			X
versetzt	X	X	X			
untereinander				X	X	X

Pro Tastatur mussten 10 Ortschaften eingegeben werden, was total 60 Ortschaften ergab. Nach jeder Tastatur war eine Beurteilung auf einem Fragebogen abzugeben. In einem Logfile wurden Zeit, Aktion, eingegebener Buchstabe, absolute x- und y-Koordinate des Berührungspunktes sowie die Abweichung vom Tastenzentrum der getroffenen Taste registriert. Eine Taste wurde vom Programm als gewählt erkannt, wenn der Finger innerhalb der Tastenumrahmung vom Bildschirm abgehoben wurde. Für die Aktion gab es vier Möglichkeiten:

- eine Taste wurde korrekt getroffen,
- der Bildschirm (= die Taste) wurde korrekt losgelassen,
- der Bildschirm wurde neben einer Taste getroffen oder
- der Bildschirm wurde neben einer Taste losgelassen.

---

[23] Winkel zwischen den Sehstrahlen von zwei Beobachtungsorten aus zum selben Objekt. Beim Touchscreen entsteht die Parallaxe durch die Dicke des Glases des Monitors sowie der Touchscrenscheibe. Das Monitorbild ist etwa 1cm hinter der vorderen Glasfläche, und bei schräger Betrachtung ist der Berührungs- und der Bildpunkt nicht am gleichen Ort.

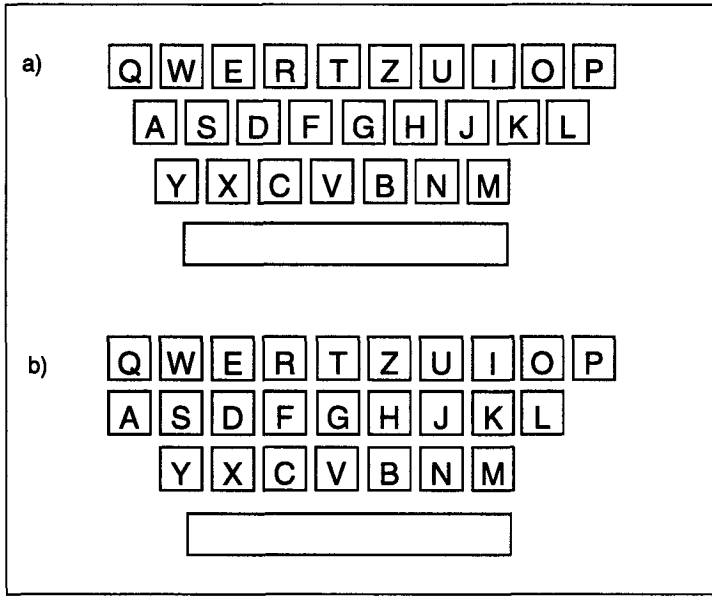


Abb. 6.3: Im Test verwendete Tastaturen
a) versetzt (T1, 2, 3)
b) untereinander (T4, 5, 6))

Der zweite Versuch wurde mit 21 älteren Leuten (davon 12 Frauen) zwischen 53 und 81 Jahren (Median 73 Jahre) durchgeführt. Nur die versetzten Tastaturen vom ersten Versuch wurden diesmal geprüft (T 1-3), zudem mussten nur 6 Ortschaften pro Tastatur eingegeben werden. Die selben Daten wie im ersten Versuch wurden registriert. Je rund ein Drittel der Leute hatte keine (n=8), wenig (n=7) oder viel (n=6) Erfahrung im Umgang mit einer Schreibmaschine.

Resultate

Der erste Versuch ergab folgende Resultate:

Der Mittelwerte der Abweichungen des Berührungspunktes vom Tastenmittelpunkt ist abhängig von der Tastengrösse: Je grösser die Taste, desto grösser die Abweichung. Diese Resultat entspricht den Erwartungen. Die Abweichung in der Horizontalen (x-Richtung) liegt zwischen 2,25 mm und 2,71 mm und ist jeweils grösser als die Abweichung in der Vertikalen (y-Richtung), die zwischen 1,94 mm und 2,26 mm liegt. Die genauen Werte sind der Tabelle 6.2 zu entnehmen.

Tab. 6.2: Mittelwerte der Abweichung des Berührungspunktes vom Tastenmittelpunkt in x und y-Richtung für alle Tastaturen.

	Abweichung x/y [mm]					
1. Versuch						
Tasten-durchmesser	13 mm (T1, T4)		16 mm (T2, T5)		19 mm (T3, T6)	
Abweichung	x	y	x	y	x	y
versetzt	2,31	1,98	2,43	1,94	2,63	2,18
untereinander	2,25	2,02	2,48	1,94	2,71	2,26
2. Versuch						
versetzt	2,2	1,8	2,3	2,2	2,6	2,2

Die mittleren Suchzeiten für die Buchstaben liegen zwischen 309 und 336 ms, ausser für Tastatur T3, bei der die Suchzeit lediglich 277 ms beträgt. Die genauen Werte sind Tabelle 6.3 zu entnehmen.

Tab. 6.3: Mittlere Suchzeiten pro Buchstabe für alle Tastaturen.

	Suchzeit [ms]		
1. Versuch			
Tasten-durchmesser	13 mm (T1, T4)	16 mm (T2, T5)	19 mm (T3, T6)
versetzt	316	309	277
untereinander	336	327	336
2. Versuch			
versetzt	550	730	710

Die mittlere Totalzeit für die Eingabe eines Ortes liegt zwischen 57,83 und 61,26 s, für Tastatur T3 bei 54,77 s. Die genauen Werte sind in Tabelle 6.4 aufgeführt.

Tab. 6.4: Mittlere Totalzeit pro Ortschaft für alle Tastaturen.

	Totalzeit [s]		
1. Versuch			
Tasten-durchmesser	13 mm (T1, T4)	16 mm (T2, T5)	19 mm (T3, T6)
versetzt	57,92	58,66	54,77
untereinander	57,82	59,25	61,26
2. Versuch			
versetzt	87	68	80

Die mittlere Anzahl gemachter Fehler liegt zwischen 0,83 (T3) und 2,92 (T4) pro zehn eingegebener Ortschaften. Die genauen Werte sind aus Tabelle 6.5 ersichtlich.

Tab. 6.5: Mittlere Anzahl gemachter Fehler pro zehn eingegebener Ortschaften für alle Tastaturen (für den 2. Versuch sind die Werte auf Fehler pro zehn Ortschaften hochgerechnet worden).

	Anzahl Fehler		
1. Versuch			
Tasten-durch-messer	13 mm (T1, T4)	16 mm (T2, T5)	19 mm (T3, T6)
versetzt	2,25	1,17	0,83
untereinander	2,92	2,00	1,75
2. Versuch			
versetzt (hochgerechnet)	8,3	3,3	5

Der Fragebogen ergab folgende Resultate : Im ersten Versuch wird die Tastatur T3 (versetzt, 19 mm) am besten beurteilt. T1 und T2 werden allerdings als ein wenig vertrauter beurteilt. Die versetzten Tastaturen (T1, 2, 3) werden alle besser beurteilt als die nicht versetzten (T4, 5, 6). Im zweiten Versuch wird ebenfalls die grösste Tastatur (T3) am besten beurteilt. Allgemein finden die Versuchspersonen, die Tastaturen reagieren schnell (das heisst der Bildschirm hat schnell reagiert).

Diskussion

Im ersten Versuch hat sich gezeigt, dass die grösste Tastatur mit 19 mm Tastengrösse am besten abschneidet. Alle gemessenen Werte sind für diese Tastatur am besten, sofern überhaupt Unterschiede bestehen. Damit ist wie bereits in der Untersuchung von MARTIN (1988) die bevorzugte Tastengrösse einer der Randwerte der Untersuchung, das heisst es ist möglich, dass das Optimum bei einer noch grösseren Tastatur liegt.

Die mittleren Abweichungen der Treffer vom Tastenmittelpunkt sind vergleichbar mit denen von SEARS (1991). Er fand eine mittlere Abweichung in x-Richtung von 2,19 mm (im vorliegenden Versuch 2,25 - 2,71 mm), in y-Richtung von 4,64 mm (im vorliegenden Versuch 1,94 - 2,26 mm) bei einer Tastenfeldgrösse von 1,3 mm x 1,3 mm. Die grosse Differenz der Ergebnisse in y-Richtung ist vermutlich durch seine Anordnung des Bildschirms mit 30° Neigung zur Horizontalen und der dadurch entstehenden Parallaxe zu erklären. Wie zu erwarten war, sind die Trefferabweichungen vom Tastenmittelpunkt grösser werden, wenn die Tasten grösser werden. Das bedeutet, dass die Zielgenauigkeit der Aufgabe angepasst wird.

Bei der Suchzeit zeigen sich wenig Unterschiede, doch auch da hat die grösste Tastatur den besten Wert. Das selbe gilt für die Totalzeit. Die Fehlerhäufigkeit nimmt deutlich ab, je grösser die Tasten sind.

Ein Vergleich zwischen versetzten Tasten und untereinander angeordneten Tasten zeigt, dass die versetzten Tasten besser bedient werden können. Die Versuchspersonen bevorzugen auch selber die versetzte Tastatur.

Im zweiten Versuch mit älteren Leuten zeigt sich ein ähnliches Bild: Hier wurde nur die versetzte Tastatur geprüft. Die Abweichungen vom Tastenzentrum sind praktisch gleich wie im ersten Versuch, die Suchzeit und die Totalzeit liegen 50%-100% höher. Es wurden sehr viel mehr Fehleingaben getätigt, was auf mangelnde Konzentration (Vorgabe vergessen), falsche Schreibweise (I statt J), mangelhafte Treffergenauigkeit und eine Kontrolle über die Eingabe erst am Schluss der Eingabe zurückzuführen ist.

6.3.2 Zahleneingabe

Problem

Ein Detailproblem, das in Kapitel 6.2 identifiziert wurde, ist die Angabe der Anzahl Personen, die die gleiche Reise antreten wollen. Ziel des Experimentes war es, die bevorzugte Art der Eingabe von einstelligen Zahlen zu identifizieren. Es galt also, die Stereotypie des Verhaltens der Benutzer zu finden .

Methode

Es wurden 11 verschiedene Tastaturen untersucht. 5 verwendeten die Anordnung des Telefons (Abb. 6.4), bei 4 waren die Tasten linear untereinander angeordnet (Abb. 6.5) und 2 waren inkrementell zu bedienen (Abb. 6.6, je eine Taste zum Erhöhen resp. zum Verringern des Wertes). Es wurden Tastaturen mit und ohne Bestätigungstaste (OK-Taste) und mit und ohne Display zur Anzeige der Eingabe untersucht. Eine Tastatur hatte zusätzlich eine Löschtaste (Clear). Tabelle 6.6 zeigt die Varianten. Die Tastaturen wurden mit dem Programm Supercard© auf einem Macintosh II© programmiert. Die Tastengrösse betrug 16mm x 16mm für die Telefontasten, und für die linearen Tasten 16 mm x 51 mm. Der Tastenabstand betrug jeweils 4 mm. Die Bedienung der Tasten erfolgte am Touchscreen.

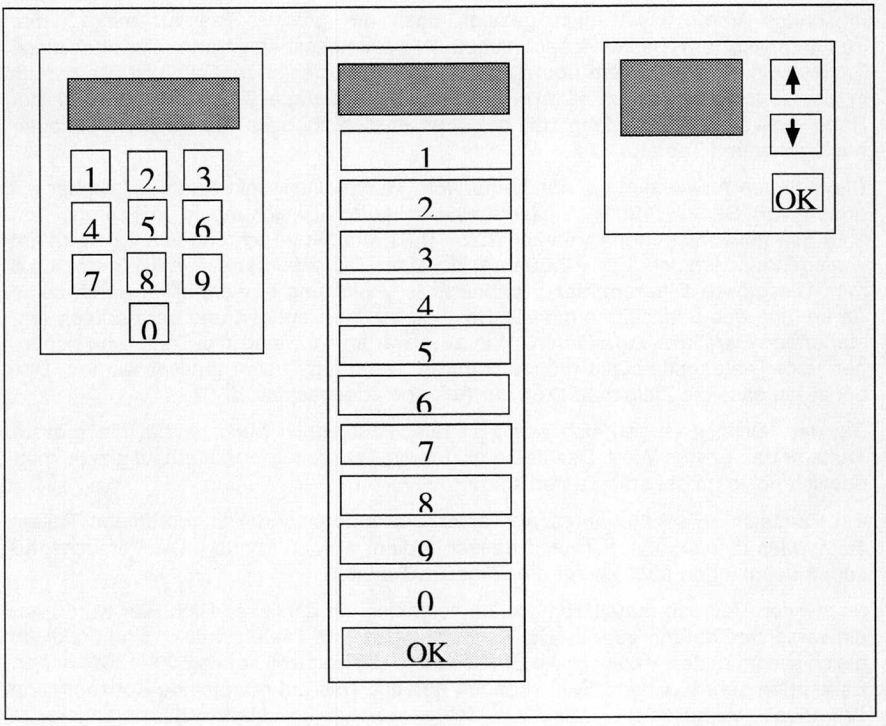


Abb. 6.4: Telefon-tastatur

Abb. 6.5: lineare Tastatur

Abb. 6.6: inkrementelle Tastatur

Hinter den drei grundlegend verschiedenen Konzepten standen folgende Überlegungen:

Telefontastatur:
Hat eine sehr grosse Verbreitung, die Bedienung ist also allgemein bekannt. Mehr noch als für die Rechneranordnung (oberste Reihe 7 8 9 im Gegensatz zu 1 2 3 bei der Telefonanordnung) hat sich eine *Stereotypie der Bedienung* ergeben.

Lineare Tastatur:
Sind nicht alle Zahlen verfügbar (weniger als 9 mögliche Reisende), sind in der linearen Tastatur nicht alle Ziffern verfügbar. Die lineare Anordnung *ist beliebig veränderbar*, und das Finden der richtigen Ziffer ist durch nach unten wandern des Fingers einfach.

inkrementelle Tastatur:
Wie bei der linearen Anordnung ist die erlaubte Ziffernmenge beliebig veränderbar, und bei Vorhaltung von mehr als einer Stelle auch grösser als 9 möglich. Damit besteht für diese Anordnung die *grösste Flexibilität.*

18 Personen (6 weiblich, 12 männlich) zwischen 20 und 25 Jahren alt (Median 23 Jahre) nahmen am Experiment teil.

Tab. 6.6: Kombination der getesteten Tastaturen.

Tastatur Nummer	Layout	Display	OK-Taste vorhanden	Clear-Taste vorhanden
1	Zehnerblock	X		
2	Zehnerblock	X	X	
3	Zehnerblock	X	X	X
4	Zehner linear	X		
5	Zehner linear	X	X	
6	Zehner linear			
7	Zehner linear		X	
8	Zehnerblock			
9	Zehnerblock		X	
A	Inkrementell	X	X	
B	Inkrementell	X	X	

In einem Probedurchgang wurde jede Tastatur einmal bedient. Anschliessend mussten auf jeder Tastatur 10 vorgegebene Werte eingegeben werden. Jeweils die letzte Tastatur des vorhergehenden Versuches wurde der nächsten Versuchsperson als erste präsentiert, um Effekte der Reihenfolge (Lernen) herauszumitteln. Nach jeder Tastatur musste ein Fragebogen mit Fragen zu der Benutzungsfreundlichkeit der Tastatur ausgefüllt werden. Am Ende des Versuchs war ein weiterer Fragebogen auszufüllen, in dem eine Rangskalierung aller Tastaturen vorgenommen werden

musste. In einem Logfile wurden die Eingaben und die jeweilige Vorgabe registriert, sowie die Zeit zwischen den Eingaben.

Resultate

Die Telefontastaturen (Abb. 6.4) wurden klar bevorzugt (Ränge 1,2,3,5,8 in der Rangskalierung), ein Display wird gewünscht (Ränge 1,2,3,6) und eine Bestätigungstaste wird ebenfalls als wichtig angegeben (Ränge 1,2,3,5,7). Die Tastaturen mit inkrementeller Zählung (Abb. 6.6) sind klar abgeschlagen (Ränge 10 und 11). Die Tastatur mit der Clear-Taste landete auf dem zweiten Rang. Tabelle 6.7 gibt einen Überblick über die Resultate.

Tab. 6.7: Rangliste der getesteten Tastaturen.

Rang	1	2	3	5	6	7	8	9	10	11
Tastatur-Nr.	2	3	1/5	9	4	7	8	6	A	B

Der Vergleich von Tastaturen mit unterschiedlichem Layout, aber mit derselben "Ausstattung" (Display, OK-Taste), zeigt, dass immer die Tastatur im Zehnerblocklayout vorn liegt (2 vor 5, 1 vor 4, 9 vor 7 und 8 vor 6).

Die Anzahl der Fehler war gering, so dass darüber keine bewertende Aussage möglich ist.

Die benötigte Zeit ist abhängig von der Anzahl Tastendrucke, die zur Bedienung nötig ist: Muss eine Bestätigung gegeben werden, dauert die Bedienung länger, muss inkrementell eingegeben werden, ist die Zeit abhängig vom einzugebenden Wert.

Diskussion

Die bestehende Stereotypie für die Eingabe von Zahlen scheint eine Zehnertastatur mit Display und OK-Taste zu sein. Dies ist vermutlich einerseits auf die Telefone mit Zehnertastaturen, und andererseits auf Geräte wie Bancomaten zurückzuführen, wo ähnliche Tastaturen eingesetzt werden. Die lineare Anordnung wurde als nicht erwartungskonform angesehen und eher in einem Lift erwartet. Da bezüglich Fehleingaben und Bedienungszeit keine massgeblichen Unterschiede festgestellt werden konnten, sollte der Wahl nach Beliebtheit gefolgt werden.

6.3.3 Datum

Problem

Jede Fahrkarte hat einen bestimmten zeitlichen Gültigkeitsbereich. Da viele Reisende ihre Fahrkarte nicht am Reisetag lösen, sie aber gerne den vollen Bereich der Gültigkeit beanspruchen möchten, ist es nötig, den effektiven Tag der Reise angeben zu können. Dies ist vor allem für Fahrkarten eine absolute Notwendigkeit, die nur einen Tag gültig sind. Tariflich ist es möglich, Fahrkarten bis zu 6 Monaten im voraus zu beziehen. Gleich wie im vorhergehenden Kapitel soll die für den Benutzer geläufigste Form der Wahl gefunden werden.

Methode

Das Experiment wurde im wesentlichen gleich durchgeführt wie für die Tastaturen. Vier verschiedene Varianten wurden untersucht: Eine Darstellung mit Fünfwochen-Darstellung und Scroll-Taste (Abb. 6.7a), drei mit Monatsdarstellung. Die Monatsdar-

stellungen unterschieden sich durch die Art der Wahl des gewünschten Monats. Die erste (Abb. 6.7b) zeigte alle wählbaren Monatsnamen in einer Liste, die zweite (Abb. 6.7c) zeigte den folgenden und den vorhergehenden Monatsnamen des jeweils angezeigten Monats und die dritte (Abb. 6.7d) hatte an Stelle der beiden Monatsnamen einen Pfeil vorwärts oder rückwärts.

Die Tasten waren 16 x 16 mm gross, mit Abständen von 4 mm.

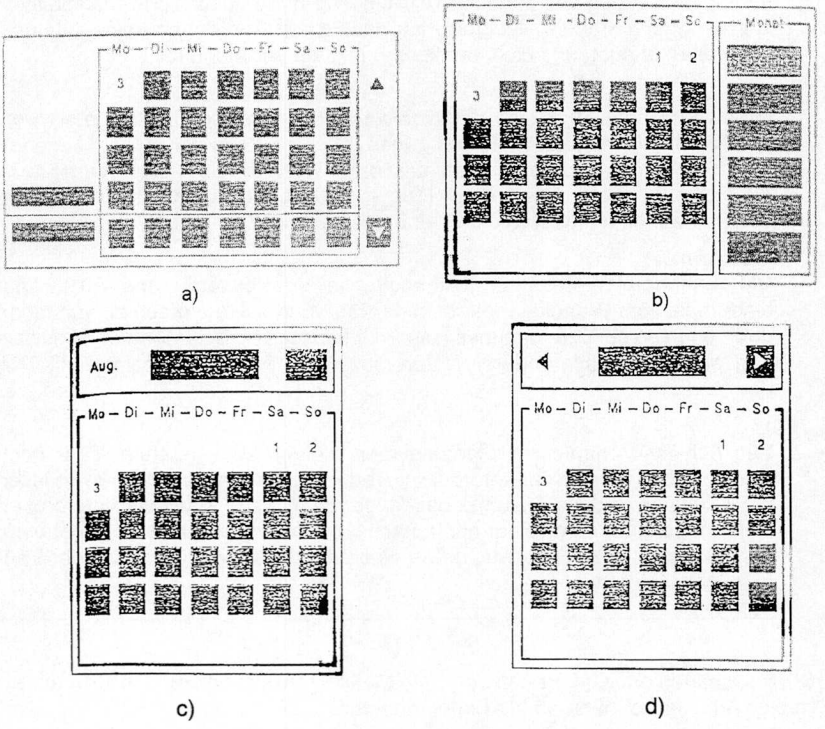


Abb. 6.7: Getestete Kalenderlayouts:
a) Scroll: Fünfwochen-Darstellung mit Scroll-Funktion b) Liste
c) Monatsnamen d) Pfeil

Hinter den vier Layoutvarianten standen folgende grundsätzliche Überlegungen:

Ziel ist es, schnell, ohne Fehler, mit so wenigen Schritten wie möglich und sicher (aus Sicht der Benutzer) die gewünschte Eingabe tätigen zu können.

Scroll

Die Benutzer sollten jederzeit eine möglichst grosse Auswahl gültiger Daten zur Auswahl erhalten. Im schlimmsten Fall (letzter Tag der Woche) würden mit dieser Lösung vier Wochen und ein Tag ohne zusätzliche Manipulation zur Verfügung stehen. Nachteilig ist, dass diese Anordnung keine Analogie zum Alltag erlaubt, und die Orientierung im Jahr schwierig ist.

Liste

Mit dieser Darstellung kann der Wahlvorgang in zwei Schritte aufgeteilt werden: Wahl des Monats, Wahl des Tages. Auch weiter in der Zukunft liegende Daten sind damit mit zwei Manipulationen wählbar. Bei dieser Variante ist die Reihenfolge der Tastenwahl (Tag - Monat oder Monat - Tag) nicht eindeutig, was die nötige Reaktion des System kompliziert macht.

Monatsnamen

Die Kalenderblatt-Metapher, mit sequentiellem Vorwärts- und Rückwärtsblättern ist vom Wandkalender sehr vertraut, und sollte einfach zu verstehen und benutzen sein. Im ungünstigsten Fall (letzter Tag des Monats) ist nur ein Tag wählbar, für alle anderen Daten muss der nächste Monat gewählt werden.

Pfeil

Wie bei der Variante mit Monatsnamen einfach zu verstehen, aber noch weiter in der kognitiven Anforderung reduziert: Die Monatsnamen müssen nicht gelesen und als Zukunft oder wieder zurück zu Gegenwart interpretiert werden, sondern es wird nur nach „nach vorn" oder „nach hinten" angeboten, und ist auch sprachunabhängig. Der Nachteil ist der gleiche wie bei der Variante „Monatsnamen".

16 Versuchspersonen (4 Frauen und 12 Männer) zwischen 26 und 46 Jahren alt (Median 34,5 Jahre) nahmen am Experiment teil.

Acht verschiedene Daten mussten pro Kalender eingegeben werden. Die Vorgaben und Kalenderreihenfolge wurden jeweils vertauscht. Nach jedem Kalender musste ein Fragebogen ausgefüllt werden, zusätzlich am Ende ein Fragebogen mit einer Bewertung aller Kalender. Daneben wurde wiederum die Zeit zwischen zwei Tastendrucken festgehalten.

Resultate

Die beiden Varianten mit einer Liste oder Pfeilen zur Monatswahl wurden am besten beurteilt (Tabelle 6.8). Die beiden anderen Varianten sind deutlich distanziert.

Tab. 6.8: Rangliste der getesteten Kalender (subjektive Beurteilung durch die Versuchspersonen).

Rang	1	2	3	4
Kalendername	Liste	Pfeil	Monat	Scroll
Rangpunkte	26	27	52	55

Folgende Anmerkungen sind aus Kommentaren der Versuchspersonen und Beobachtungen während des Versuchs zu machen:

- *zur Variante „Liste":*
  Es ist eine schnelle Wahl möglich. Zum Teil wird aber zuerst der Tag und erst dann der Monat gewählt.
- *zur Variante „Scroll":*
  Zu langsam (computerabhängig). Es scheint schwierig zu sein, die wählbaren Bereiche zu identifizieren.
- *zur Variante „folgender/vorhergehender Monat":*
  Es ist nicht klar, welcher der drei angegebenen Monate der aktuelle ist. Das Problem, den übernächsten Monat zu wählen, ist nicht einfach zu lösen.

Die Bedienungszeiten sind erwartungsgemäss abhängig von der Anzahl nötiger Tastendrucke und damit (ausser bei der Listenlösung) vom zu wählenden Datum . Am deutlichsten ist dies bei der „Scroll"-Lösung der Fall. Am wenigsten Zeit wird für die Variante „Liste" gebraucht, gefolgt von der Variante „Pfeil".

Fehleingaben traten sehr wenige auf, bemerkenswert ist jedoch, dass bei der Variante „Scroll" relativ oft ein nicht-selektierbarer Bereich gewählt wurde.

Diskussion

In allen Teilaspekten schneiden die Varianten „Pfeil" und „Liste" am Besten ab. Klar zurück liegen die Variante „folgender/vorhergehender Monat" (zu langsam) und die Variante „Scroll" (zu wenig vertraut). Da bei der „Liste" das Problem der Reihenfolge der Bedienung auftrat, wird für die Gesamtlösung die Variante „Pfeil" eingesetzt.

6.3.4 Zielwahl

Problem

Die wichtigste Information einer Fahrkarte ist das Ziel der Reise. Für das gestellte Problem der Deutschen Bahn AG gibt es rund 6500 mögliche Reiseziele, aus denen der Benutzer des Gerätes eines auswählen will. Mittlerweile hat sich dieses Problem nota bene noch verschärft: Durch den Anschluss der neuen Bundesländer dürften es noch ein paar tausend Ortschaften mehr sein.

Das Problem von Umwegverbindungen wurde in dieser Untersuchung ausgeklammert. Generell ist dazu zu sagen, dass in Deutschland zwischen jedem Start- und Zielort jeweils ein Korridor oder besser eine „Linse" definiert ist, in der eine Fahrkarte gültig ist. Für den Benutzer ist grundsätzlich nicht klar, ob sein Umweg nun innerhalb oder ausserhalb dieser Linse liegt. Hier müsste ein Lösung erarbeitet werden, die transparent darstellt, wie dies im Einzelfall für den Benutzer aussieht.

Verschiedene Möglichkeiten, einen Ort auszuwählen, wurden diskutiert. Die naheliegendste Variante ist eine geographische Wahl auf einer Landkarte. Ein Blick auf das Streckennetz der DB zeigt aber schnell, dass ein mehrstufiges Zoomen nötig wäre, um zu einer selektierbaren Grösse einer Ortschaft zu gelangen. Dies erfordert ein präzises Wissen über die geographische Lage des gewünschten Ziels. Ob diese Voraussetzung von der Mehrzahl der Benutzer erfüllt wird, ist fraglich. Die Wahl über einen Zahlencode ist ebenfalls zum vornherein zu verwerfen, da bei der Menge der Orte die benötigte Liste zu gross würde. Der Vorschlag, über den Streckencode aus dem Kursbuch das Ziel zu wählen (RUDINGER, 1991), ist ebenso wenig praktikabel, da der Streckencode nicht zum Allgemeinwissen gehört.

Als Alternative bleibt im Prinzip nur eine Lösung, bei der das Ziel in alphabetischer Form ausgewählt wird. Verschiedene Varianten alphabetisch geordneter Listen wurden geprüft:

Agenda (Abb. 6.8a, b):
Wie in einem Adressbuch wird ein alphabetisches Register präsentiert. Nach der Wahl des ersten Buchstabens wird das Register in ein Register geändert, das mit dem gewählten Buchstaben und einem zweiten beginnt, usw.

Vorteil:	Greift auf eine bekannte Anordnung zurück, der Auswahlvorgang ist für jedes Ziel gleich.
Nachteil:	Die Strukturierung des Alphabets ist uneinheitlich, da pro Anfangsbuchstaben unterschiedlich viele Ziele in der Datenbank vorliegen.

Kartei (Abb. 6.9):
Ähnlich wie die Agenda strukturiert, ist die Anordnung wie ein Karteikasten ausgelegt. Mit Wahl einer Karte wird die Karteiaufteilung jeweils verfeinert (innerhalb der gewählten Kategorie), bis nur noch die passenden Ortschaften angezeigt werden.

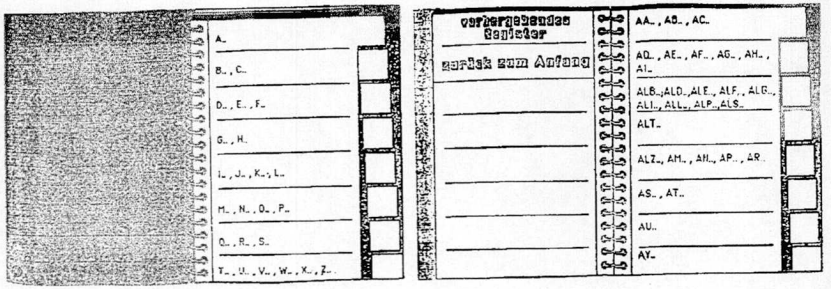
Vorteil:	Greift auf eine (möglicherweise) bekannte Anordnung zurück, der Auswahlvorgang ist für jedes Ziel gleich.
Nachteil:	Die Strukturierung des Alphabets ist uneinheitlich, die am Touchscreen für eine Auswahl zu berührende Fläche ist klein (überlappende Karteikarten), die Platzausnützung des Bildschirms ist schlecht.

Analog (Abb. 6.10):
Auf einer Skala wird der Anfangsbuchstaben ausgewählt und angezeigt. Es erscheint eine Liste aller Orte, die mit dem gewählten Buchstaben beginnen. Mit Pfeiltasten kann in dieser Liste in beide Richtungen geblättert werden.

Vorteil:	Analogie zur drehbaren Papierwalze z.B. zur Strassenauswahl bei öffentlichen Stadtplänen, geringer Platzbedarf.
Nachteil:	Zu grobe Auswahlmöglichkeit, ungewohnte Art der Manipulation.

Alphanumerisch (Abb. 6.11):
Auf einer alpha-Tastatur wird der Name des Ortes eingegeben. In einer Liste werden die ersten Orte angezeigt, die mit den bereits eingetippten Buchstaben beginnen. Die Anordnung der Buchstaben wird wie bei einer Schreibmaschine (QWERTZ) gewählt, da Untersuchungen von HIRSCH (1970) sowie NORMAN ET AL. (1982) gezeigt haben, dass andere Anordnungen (wie z.B. eine alphabetische) keine Vorteile zeigen. Nachteile anderer Anordnungen bestehen darin, dass sie ungewohnt sind und deshalb alle (auch geübte) Personen die gewünschten Buchstaben suchen müssen.

Vorteil:	Nützt Kenntnisse der Schreibmaschine aus, effiziente Wahl des Zieles möglich.
Nachteil:	Einschränkung der Auswahl ist nicht immer sehr schnell möglich (z.B. bei Bad XY: ca. 180 Bäder in der Datenbank), präzise Eingabe erforderlich (volle QWERTZ-Tastatur), zweigeteilte Anzeige (Eingabetastatur / Liste der Ziele).



a) b)

Abb. 6.8: Zielsuche mit Agenda-Layout
a) erste Seite
b) zweite Seite (gewählt wurde A).

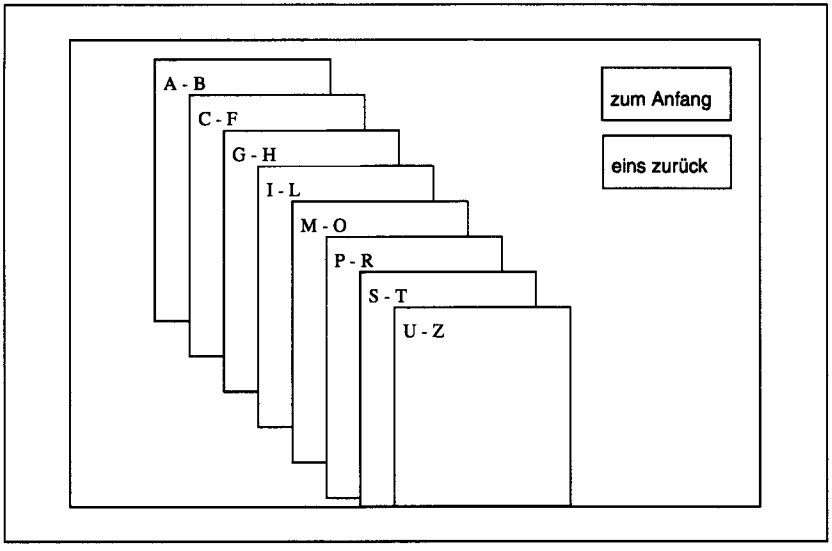


Abb. 6.9: Zielsuche mit dem Karteikarten-Layout.

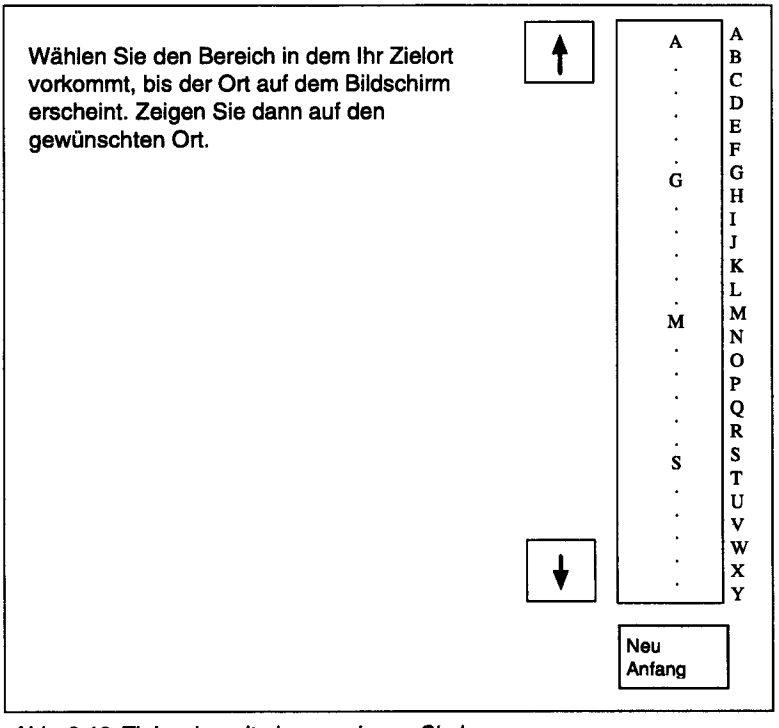

Wählen Sie den Bereich in dem Ihr Zielort vorkommt, bis der Ort auf dem Bildschirm erscheint. Zeigen Sie dann auf den gewünschten Ort.
A
G
M
S
A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y
Neu Anfang

Abb. 6.10: Zielsuche mit einer analogen Skala.

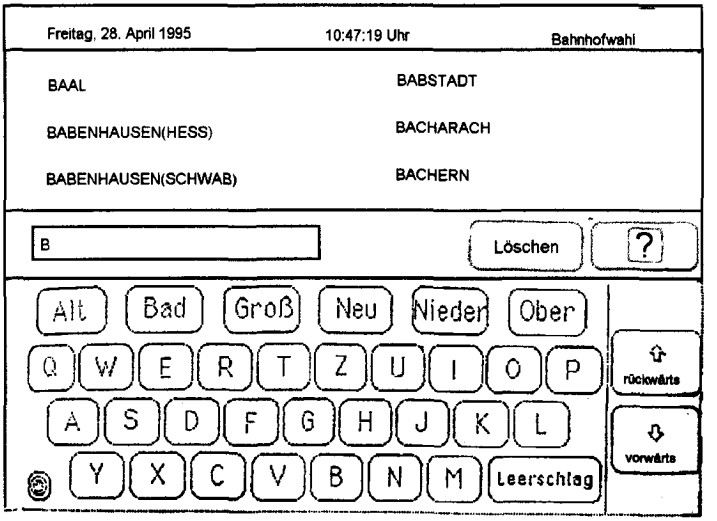


Abb. 6.11: Zielsuche mit einer alphanumerischen Tastatur.

Methode

In einem ersten Vorversuch wurden die oben beschriebenen Varianten mit 4 Versuchspersonen getestet. Damit wurden die als untauglich befundenen Lösungen eliminiert. Die verbleibenden Varianten wurden mit 20 Versuchspersonen (11 im Alter zwischen 17 und 25 Jahren, 8 zwischen 26 und 44 Jahren und 1 über 45 Jahren alt) getestet. 5 Versuchspersonen waren Frauen. Ein Fragebogen zu den verschiedenen Varianten erfasste die Meinung der Benutzer. Alle diese Versuche wurden mit einem "simulierten" Touchscreen (die Versuchspersonen berührten den Bildschirm mit dem Finger, der Versuchsleiter führte die Maus nach und löste an der selektierten Stelle die Aktion mit Mausclick aus) als Eingabemedium durchgeführt, da zu diesem Zeitpunkt noch kein Touchscreen zu Verfügung stand.

Verschiedene alpha-Layouts für die Zielwahl (Abb. 6.12) wurden später mit einem Touchscreen geprüft. Dabei wurde die Backspace-Taste (ein Zeichen löschen), die Art des Feedbacks für bereits eingegebene Zeichen, sowie die Anordnung der Liste der passenden Ortschaften variiert. An diesem Versuch nahmen 17 Personen teil, 7 Frauen und 7 Männer zwischen 20 und 30 Jahren sowie 2 Frauen und 1 Mann über 50 Jahren.

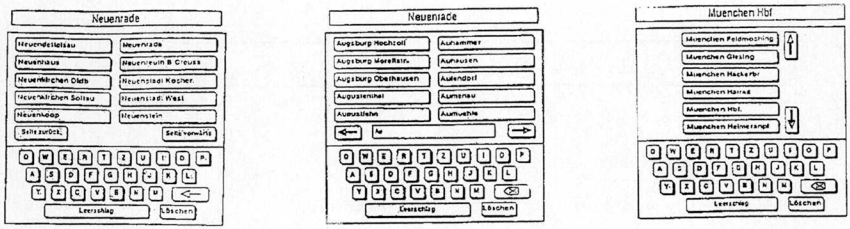


Abb. 6.12: Verschiedene getestete alphanumerische Lösungen.

Resultate

Aus den ersten Vorversuchen zeigte sich schnell, dass nur eine Agenda oder die alpha Variante in Frage kommen. Die anderen Varianten wurden als umständlich, langsam oder unverständlich von den Benutzern abgelehnt. Bereits bei der Implementierung waren erste Probleme sichtbar geworden, die sich in den Versuchen bestätigten. So ist die Analog-Variante unbrauchbar, weil die durchzusehende Liste mit bis zu 900 Einträgen viel zu lang ist.

Die Beurteilung der alpha- und der Agenda-Lösung änderte sich während des Versuchs. Nach dem jeweils ersten Versuch wurde die Agenda als einfacher und übersichtlicher bezeichnet, bei der Beurteilung nach dem 5. Versuch lagen beide Lösungen gleichauf. Die alpha-Lösung verbesserte sich demnach im Laufe des Versuchs in der Beurteilung der Versuchspersonen. Für die Agenda wurden weniger Fehler registriert. Die Erfolgsquote betrug für die Agenda 99 Prozent, bei der alpha-Lösung 90 Prozent. In Tabelle 6.9 sind die wichtigsten Resultate zusammengefasst.

Tab. 6.9: Übersicht über die subjektiven Resultate
++ gut erfüllt + erfüllt o nicht erfüllt

	Variante	
Kriterium	Agenda	alpha
Erfolgsquote	99 Prozent	90 Prozent
Sicherheit	++	+
Geschwindigkeit	o	++
Übersichtlichkeit	o	+
Konsistenz des Bildschirms	+	++
Konsistenz der Wahl	++	o
Verständlichkeit	+	+
Einfachheit	+	+
Benutzungsfreundlichkeit	+	++

Die abschliessenden Versuche mit den verschiedenen alphanumerischen Layouts zeigten, dass kein Layout bevorzugt wird. Die Backspace-Taste wurde besser in der Form wie bei der IBM-Schreibmaschine verstanden (⌫). Die Listenanordnung (zwei nebeneinander oder eine) zeigt ebenfalls kein klares Resultat: Alle drei getesteten Varianten werden ungefähr gleich beurteilt.

Diskussion

Mit der Agenda ist die Erfolgsquote höher. Dafür ist das Erscheinungsbild der Bildschirmmaske bei jeder Wahl wieder anders. Die alphanumerische Tastatur ist etwas schwieriger zu verstehen, dafür ist sie schneller und für jede Wahl immer gleich. Die optimale Lösung gibt es demnach nicht. Aus Konsistenzüberlegungen wurde die alphanumerischen Variante für die weiteren Untersuchungen ausgewählt. Dies aus der Überlegung, dass es besser ist, dasselbe Vorgehen für jede Ortschaft vorzusehen, dafür eine (kurze) Lernphase in Kauf zu nehmen, als eine zwar auf Anhieb einleuchtende Variante vorzuziehen, die aber für jede Ortschaft wieder anders aussieht und deshalb sehr lange nicht intuitiv gelöst werden kann.

6.3.5 Layout (Designübung)

Problem

Eines der Hauptkriterien bei der Beurteilung einer Benutzungsoberfläche ist der erste optische Eindruck, den die Benutzungsoberfläche macht. In der Untersuchung für die Automaten des Zürcher Verkehrsverbundes ZVV (Kap. 5; FELIX UND KRUEGER, 1988) hatte sich gezeigt, dass viele vor allem ältere Benutzer die Benutzungsoberfläche schon auf grössere Distanz daraufhin beurteilen, ob sie einfach oder angenehm zu bedienen ist oder nicht. Die Grobstruktur einer Benutzungsoberfläche wird so zu einem wichtigen Kriterium für die Benutzer, um über die Einstellung zum System zu entscheiden. Es gilt demzufolge, die Benutzungsoberfläche nicht nur funktional, sondern auch optisch so zu gestalten, dass sie für den Benutzer attraktiv ist. Die "optische" Benutzungsfreundlichkeit lässt sich in erster Näherung als *Attraktivität* bezeichnen. Darin einbezogen sind Farben, Formen und die räumliche Anordnung.

Methode

Zur Testung wurden vier unabhängige Lösungen derselben Aufgabe (Fahrkartenverkauf der DB) gestaltet: drei davon von Projektmitarbeitern (einem Elektroingenieur, einem Informatik-Ingenieur und einem Verhaltenswissenschafter), die vierte von einem Absolventen der Höheren Schule für Gestaltung in Zürich (Abb. 6.13a-d). Die Aufgabe war, für eine festgelegte Funktionalität (Arbeitsschritt pro Bildschirmmaske, Ergebnis der Masken) die einzelnen Masken zu entwerfen.

Die vier Lösungen lassen sich schlecht kategorisieren, da die Beurteilungskriterium (das Design) vor allem subjektiven Kriterien unterliegt. Aus diesem Grund kann hier vorwiegend die Befragung von Benutzern eine Beurteilung der Qualität erbringen.

Grundprinzip aller vier Lösungen waren ein Kommandobereich mit übergeordneten Befehlen zur Wahl der Dialogsprache, zur Auswahl des gewünschten Arbeitsgebietes (z.B. Inland- oder Auslandfahrkarten), eine Hilfetaste und eine Taste zum Abbruch der Bearbeitung. Der Arbeitsbereich umfasste die Funktionen des gewünschten Arbeitsgebietes, sei dies eine Fahrkarte oder eine Information. Jede Funktion rief ein Fenster auf, das so dem Arbeitsfeld überlagert wurde, dass es möglichst wenig Informationen des Arbeitsfeldes verdeckte. Die Hilfetexte, die jederzeit kontextorientiert mit der Hilfetaste aufgerufen werden konnten, wurden in der gleiche Art dem Arbeitsfeld überlagert.

Variante 1 (Kunstgewerbeschüler) (Abb. 6.13a)
zeichnete sich vor allem durch den sehr sparsamen Einsatz von Farbe in Pastelltönen aus. Zudem wurde auf jeglichen pseudo-3D-Effekt mit Schatten oder anderen Mitteln verzichtet. Die einzigen Farbtupfer waren in den Sprachwahl-Tasten zu finden, die in Form der Landesfahnen (dem unteren Bildschirmrand entlang) mit überlagerten Auto-Landeskennzeichen ausgeführt waren. Mit den Steuertasten links (Programmbereiche) und rechts (allgemeine Funktionen) des Arbeitsbereiches wurde eine zentrierte Anordnung um die Mittelachse geschaffen.

Variante 2 (Verhaltenswissenschafter) (Abb. 6.13b)
basierte auf bereits früher gemachten Entwürfen und setzte kräftige Farben zur Codierung der Tastenbedeutung ein. Geringe 3D-Effekte wurde durch Schatten (Lichtquelle oben links) erreicht. Alle Steuertasten waren an der linken Seite zu finden, wobei die Taste „Fahrkarte drucken" nicht dem Steuerbereich, sondern dem Arbeitsbereich zugeordnet wurde. Die Sprachwahl-Tasten waren am oberen Bildschirmrand angeordnet.

Variante 3 (Informatik-Ingenieur) (Abb. 6.13c)
setzte einen ähnlichen 3D-Effekt wie die Variante 2 ein. Zusätzlich zu den Tasten waren auch die Ergebnisfelder mit diesem Aussehen gestaltet, aber im Gegensatz zu den Tasten waren diese Felder „versenkt". Wie bei Variante 1 war der Arbeitsbereich in der Mitte des Bildschirms zentriert, diesmal eingefasst von den Steuertasten links und den Sprachwahltasten rechts. Farbe wurde für die allgemeinen Funktionen sowie die Sprachwahltasten verwendet. Weiterhin waren die allgemeinen Funktionen zusätzlich als runde Tasten gekennzeichnet, im Gegensatz zu allen anderen Tasten, die rechteckig waren.

Variante 4 (Elektroingenieur) (Abb. 6.13d)
verwendete wie die Variante 3 3D-Effekte sowohl für die Tasten wie auch die Ausgabefelder. Inspiriert wurde diese Lösung vom damals neu erschienenen Next-Computer mit seiner neuartigen Benutzungsoberfläche. Der Arbeitsbereich wurde links von den Steuertasten für die Programmbereiche, rechts von den Steuertasten für die allgemeinen Funktionen sowie unten von den Spachwahltasten umfasst. Diese Variante verwendete wieder mehr Farben, ähnlich wie Variante 2, aber weniger kräftige.

Die einzelnen Masken wurden mit Supercard© auf einem Macintosh IIfx© implementiert. Anschliessend wurden von allen Masken (je sieben pro Variante) Photos im Format 24cm x 31cm (ungefähr 1:1 Kopie des Bildschirms) hergestellt. Diese Photos wurden mit 20 Versuchspersonen besprochen. Die Versuchspersonen waren zwischen 24 und 63 Jahre alt (Median 30 Jahre). Die Hälfte der Testteilnehmer waren Frauen.

Den Versuchspersonen wurde der Sinn und die Funktionsweise des Systems erklärt, anschliessend konnten sie die vier Grundlayout-Masken 5-10 Minuten betrachten. Danach mussten sie einen Fragebogen ausfüllen, auf dem sie mit Begriffspaaren wie "schön - hässlich" für jede der vier Varianten den Grad der Zustimmung zum einen oder anderen Begriff angeben mussten. In einem zweiten Teil mussten die vier Lösungen einzeln beurteilt werden. Von jeder einzelnen Maske der jeweiligen Lösung wurde eine A4-Fotokopie vorgelegt, auf der alle Tasten, die der Versuchsteilnehmer als aktiv (= wählbar) empfand, markiert werden mussten. Auf einzelnen Masken (wie Zielwahl) musste zusätzlich die Bedeutung spezieller Tasten angegeben werden. Am Ende konnte noch Kritik an der jeweiligen Lösung geübt

werden, zudem war ein weiterer Fragebogen auszufüllen. Ganz zum Schluss musste noch eine endgültige Rangierung nach persönlichem "Geschmack" erstellt werden, welche Lösung am besten gefiel und welche am schlechtesten. Der ganze Test dauerte infolge zum Teil längerer Diskussionen bis zu drei Stunden und war deshalb nicht mit mehr Leuten durchführbar. Mit diesem Vorgehen wurde versucht, nur die visuellen Aspekte der Bildschirmmasken zu untersuchen, und nicht auf spezielle Probleme des Ablaufs einzugehen. Wie weit es überhaupt möglich ist, mittels Papier-Prototypen Fragen des Ablaufs zu untersuchen, bleibt zu diskutieren. Die Erfahrungen in anderen Projekten weist darauf hin, dass für Fragen des Ablaufs, also dynamische Aspekte, am Besten mit lauffähigen Prototypen gearbeitet wird, da diese die echte Dynamik des Systems realistisch simulieren können.

Resultate

Die Zuordnung zu den Begriffspaaren erwies sich als schwierig. Bei den meisten Paaren ergab sich eine breite Verteilung der Antworten, so dass die vier Lösungen damit nicht charakterisierbar waren. Es zeigt sich jedoch generell die positivste Tendenz für die zweite, farbigste Variante (Abb. 6.13b). Tab. 6.10 zeigt den Median für einige Begriffspaare. Die Variante 2 liegt immer vorn (im "positiveren" Bereich), Varianten 1 und 3 immer hinten (im "negativeren" Bereich).

Tab. 6.10: Mediane der Bewertung mit Begriffspaaren der vier Varianten.
*+ Variante 1 Designer n Variante 2 Verhaltenswiss. o Variante 3 Informatik-Ing. * Variante 4 Elektro-Ing.*

positiv	1	2	3	4	5	6	7	negativ
farbig		n		*		o+		grau
lebhaft			n		o		+	ruhig
verspielt				n	o		+	ernst
gelungen		n		*	+	o		misslungen
abwechslungsreich		n		*		o	+	monoton
sympathisch		n	*	+			o	unsympathisch
ästhetisch		n		*	+	o		unästhetisch
einfallsreich		n		*		+	o	einfallslos
Farbcodierung unterstützend		n	*		+		o	nicht unterstützend

Die Frage nach der Wählbarkeit der Funktionen ist für jede Maske einzeln zu betrachten:

- Auf der *Grundmaske* ist 84% oder mehr der Leute klar, was alles wählbar ist.
- Bei der *Zielwahl* wird nur von weniger als 50% erkannt, dass die Wahl des Arbeitsgebietes (Inland, Ausland, Reservation, etc.) und die Dialogsprache immer noch selektierbar sind. 45% (Variante 1) resp. 60% (Variante 4) glauben fälschlicherweise, die Funktion "Fahrkarte drucken" (Eingabe damit beenden) sei aktiv. Die Ortsliste wird bei der 1. Variante nur von 55% als selektierbar bezeichnet, bei der 4. Variante gar nur von 25%. Bei der 2. und 3. Variante sind es jeweils 80% oder mehr.

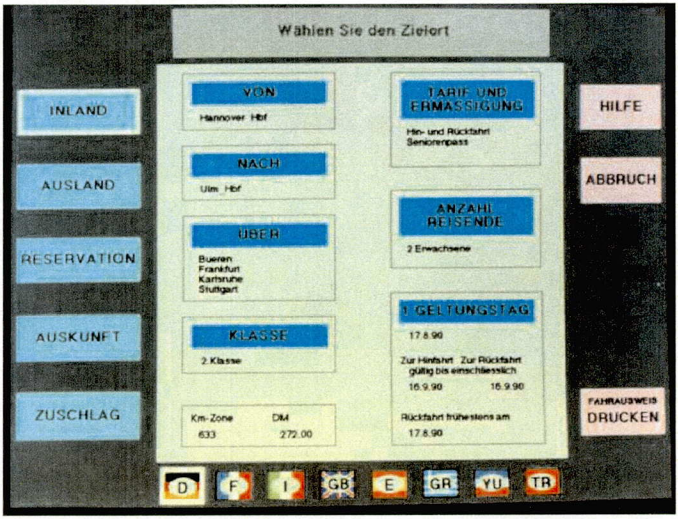


Abb. 6.13 a) Variante 1, erarbeitet von einem Schüler der Kunstgewerbeschule Zürich

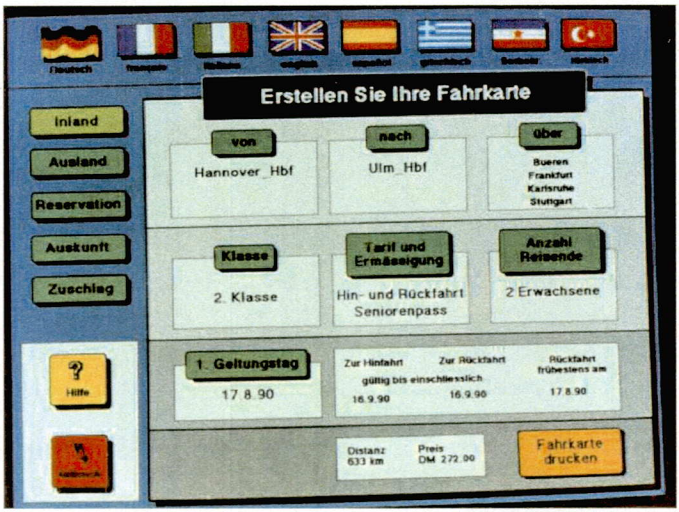


Abb. 6.13 b) Variante 2, erarbeitet von einem Projektmitarbeiter (Verhaltenswissenschafter)

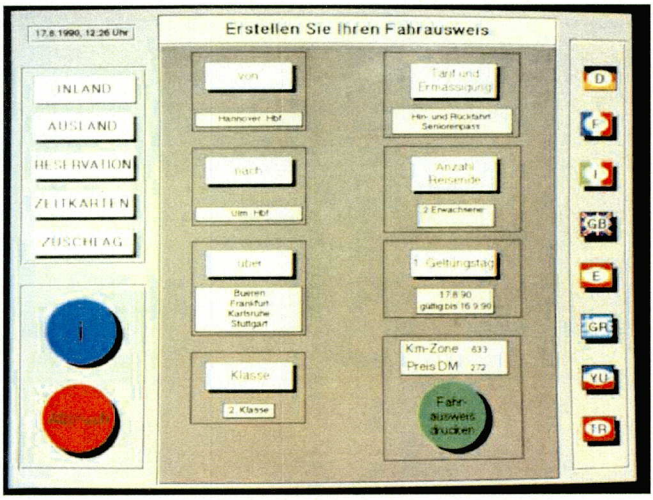


Abb. 6.13 c) Variante 3, erarbeitet von einem Informatiker

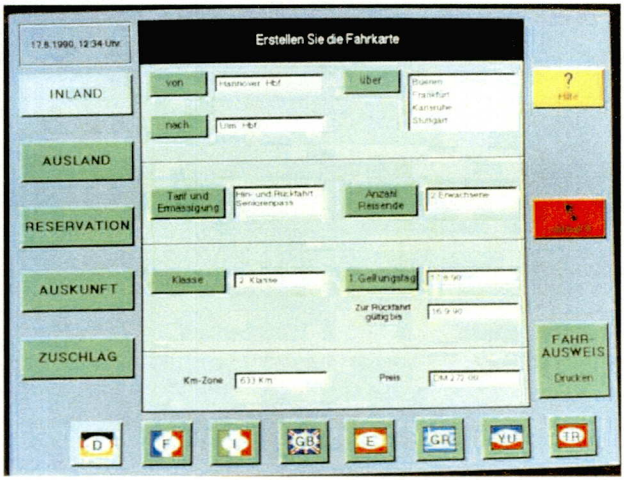


Abb. 6.13 d) Variante 4, erarbeitet vom zweiten Projektmitarbeiter (Elektroingenieur)

Abb. 6.13: Die vier verschiedenen getestete Darstellungsformen

- Für die Maske "*Tarif & Ermässigung*" zeigt sich ein ähnlicher Befund: Sprache und Arbeitsgebiet werden nur von 40% oder weniger als wählbar erkannt. Bei mehrstufiger Wahl von "Tarif & Ermässigung" werden die bereits eingegebenen Werte nur von rund 60% (bei Variante 4 nur 50%) als noch wählbar bezeichnet. Die Funktion "Fahrkarte drucken" wird wiederum von 25-60% für wählbar gehalten. Der erste Geltungstag wird bei der zweiten Variante von 30% als wählbar bezeichnet. "Klasse" und "Tarif & Ermässigung" werden bei der dritten Variante von 5%, bei der 4. Variante von 15% als wählbar bezeichnet.
- Auf der Maske "*Klasse*" wird die Wahl des Arbeitsgebietes noch von 31-38% als wählbar bezeichnet. Nicht wählbare Funktionen werden bei der ersten Variante von 24%, bei der zweiten von 23%, bei der dritten von 7% und bei der vierten von 30% als wählbar angegeben. Tabellen 9 und 10 zeigen die Resultate im Überblick.

Tab. 6.11: Zusammenstellung der Angaben, welche Tasten richtig als wählbar bezeichnet wurden (in Prozent über alle Versuchsteilnehmer).

richtig als wählbar erkannte Tasten		Varianten-Nr.			
Maske	Funktionen	1	2	3	4
in Grundmaske		93%	94%	84%	97%
in Zielwahl	Grundfunktionen (Ausland, ...)	39%	45%	42%	51%
	Ortsliste	55%	80%	75%	25%
Tarif & Ermässigung	Grundfunktionen (Ausland, ...)	39%	40%	39%	34%
	vorhergehende Liste	63%	63%	63%	50%
Klasse	Grundfunktionen (Ausland, ...)	31%	38%	33%	37%

Tab. 6.12: Zusammenstellung der Angaben, welche Tasten falsch als wählbar bezeichnet wurden (in Prozent über alle Versuchsteilnehmer). Leere Felder bedeuten, dass diese Funktion(en) auf der jeweiligen Maske nicht sichtbar sind.

falsch als wählbar erkannte Tasten		Varianten-Nr.			
Maske	Funktionen	1	2	3	4
Zielwahl	Fahrkarte drucken	45%		60%	
Tarif & Ermässigung	Fahrkarte drucken	40%	25%	60%	
	1. Geltungstag		30%		
	Klasse, Tarif & Ermässigung		5%	15%	
Klasse	Fahrkarte drucken	35%	40%	20%	55%
	andere Attribute (Tarif & Ermässigung, ...)	24%	23%	7%	30%

Der von den Testpersonen angegebene Ablauf der Bedienung wurde auf unnötige Schritte (Doppelwahl von Fahrkartenattributen, Bestätigung von Defaultwerten) und Wahl von nicht wählbaren Parametern (Wahl abgeschlossen, nicht aktive Attribute) analysiert. Ein "Normweg" zur Fahrkarte wurde festgelegt und mit dem von den Benutzern angegebenen verglichen. Der von den Versuchspersonen gewählte Ablauf der Bedienung entsprach bei den Varianten 1 und 2 zu 70%, bei Variante 3 zu 60% und bei Variante 4 zu 55% den Erwartungen. Die speziellen Elemente wie Scrollpfeile, Backspace etc. wurden zum grossen Teil richtig interpretiert.

Die Rangliste aus den Fragebogen ergab folgendes Bild (Tabelle 6.13):

Tab. 6.13: Rangliste der vier Varianten. Je Rang wurde ein Punkt verteilt, die beste Variante (Variante 2) wurde auf 100 Punkte gesetzt, die anderen entsprechend angepasst.

Variante	2	4	3	1
Rang	1	2	3	4
Rangpunkte (normiert auf 100)	100	119	144	192

Vergleiche der Rangreihenfolge von Leuten über 40 Jahren mit der von unter 40jährigen oder von Leuten mit oder ohne Erfahrungen mit Computern zeigten keine Unterschiede der Reihenfolge. Leute mit wenig oder keiner Erfahrung mit Computern bewerten allerdings die Lösungen 3 und 4 positiver als die Vergleichsgruppe mit viel Computererfahrung, wohingegen die Lösung 1 bei beiden am schlechtesten abschnitt. Die über 40jährigen dagegen beurteilen die Versionen 1, 3 und 4 besser als die unter 40jährigen.

Diskussion

Alle untersuchten Lösungen haben Probleme, die im folgenden kurz besprochen werden. Die "optimale" Lösung ist in einer Kombination der Erkenntnisse zu suchen. Am besten schneidet Variante 2 ab, die von den Versuchspersonen die besten Noten erhielt. Am schlechtesten schneidet die Variante 1 ab, die sehr nüchtern und technisch gestaltet ist. Andererseits hat jede Variante Elemente, die gut ankommen und zum Verständnis beitragen.

Variante 1 zeichnet sich durch eine sehr gute Strukturierung aus. Alle Elemente sind in ein Raster eingepasst, das als Leitlinie für die Augen dient. Negativ wurde die Art der Überlagerung der Funktionsmasken (z.B. Zielwahl) beurteilt, sowie die fehlende Dreidimensionalität der Tasten (es wurde gänzlich auf Schatten oder ähnliche Strukturierungen verzichtet). Dies führte zum Teil zu Schwierigkeiten bei der Identifizierung der selektierbaren Tasten. Die verwendeten Farben rosa und blassblau wurden eher negativ (als nicht attraktiv) beurteilt.

Variante 2 wurde vor allem wegen des Einsatzes von kräftigen Farben positiv beurteilt. Die Versuchspersonen fühlten sich animiert, mit dieser Benutzungsoberfläche zu arbeiten. Die Abfolge der Arbeitsschritte von links oben nach rechts unten wurde positiv vermerkt. Die Unterteilung der Arbeitsfläche durch Linien und Grautöne geht allerdings zu weit, es entsteht keine Ordnung sondern ein Überlastung der Augen. Die Tastenform und verwendeten Schatten wurden als gut beurteilt, und die Schriftgrösse (fast einheitlich 24 Punkt = 6,36mm) positiv vermerkt. Ältere Leute fanden

diese Lösung nicht so gut wie jüngere, setzten sie aber im Mittel doch an die Spitze der Rangliste.

Variante 3 konnte vor allem bei der eingesetzten Art der Hintergrundbehandlung bei überlagerten Masken überzeugen, als Konsequenz daraus wurden nur wenige nicht wählbare (das heisst im Hintergrund liegende) Elemente als wählbar bezeichnet: Die Farbe im Hintergrund wird konsequent weggenommen, was eine hohe "Des-Attraktivierung" bewirkt. Generell wurde aber zu wenig Farbe eingesetzt, so dass diese Lösung als eher unsympathisch und abstossend beurteilt wurde. Die Tasten sind sehr schlecht von den Ausgabe- (Text-) Feldern zu unterscheiden, auch gewählte Funktionen wurden schlecht erkannt. Das "i" für Information wurde weniger gut verstanden als die Bezeichnung "Hilfe".

Variante 4 verwendete einige Symbole (Slider, Pfeile für weitere Menu-Ebenen), die nur Leuten mit Computererfahrung geläufig sein dürften. Darauf muss für eine allgemein verständliche Benutzungsoberfläche verzichtet werden. Der Farbeinsatz wurde überwiegend positiv beurteilt. Die volle Dreidimensionalität verleitete die Leute zum Spielen. Die Schrift wurde als zu klein und deshalb schlecht lesbar bezeichnet. Bei dieser Lösung konnte die Gliederung und Darstellung der Information nicht überzeugen.

6.3.6 Benutzungsstrategie

Problem

Alle Einzeluntersuchungen dienten dazu, eine Aussage über die Benutzungsfreundlichkeit des geplanten Systems zu machen, und auch allgemein gültige Aussagen über die Gestaltung von Benutzungsoberflächen im öffentlichen Bereich zu machen. Die Summe aller Detailuntersuchungen lässt aber nur bedingt eine Aussage über die Tauglichkeit eines Systems zu, das alle untersuchten Aspekte enthält. Die volle Komplexität, der volle Umfang des Systems stellt an die Benutzer wieder andere Probleme, als in den Einzelexperimenten untersucht wurden. Im weiteren sind die Versuche zu den Einzelaspekten auch unter nicht-realen Bedingungen im Labor durchgeführt worden. Ein System dieser Komplexität muss aber unter den Umständen getestet werden, unter denen es später auch betrieben werden soll. Dies bedeutet, dass Versuche in einem Bahnhof in Deutschland durchgeführt werden mussten.

Methode

Ein System wurde programmiert, das möglichst viele der vorgesehenen Funktionen umfasste. Aus zeitlichen Gründen wurde darauf verzichtet, den Automaten auch zum Verkauf auszurüsten: der Versuch endete nach erfolgreicher Zusammenstellung der Fahrkarte. Verschiedene Spezialfälle wurden nicht berücksichtigt, zudem wurden einige Funktionen "blind", das heisst nur als wählbare Option, nicht aber als ausprogrammierter Ast implementiert (z.B. Sprachwahl, Auslandfahrkarten, Fahrplaninformation). Diese Sackgassen, die zwar als solche am Bildschirm angezeigt wurden ("Diese Funktion ist leider noch nicht verfügbar"), stellten an sich ein Problem für die Versuche dar. Andererseits war ohne den Verkauf von Fahrkarten die ganze Situation ohnehin sofort als Test zu erkennen.

Aus den Experimenten zu den Teilaspekten wurden folgende Elemente verwendet:

- Das Grundlayout wurde wie in Variante 2 aus Kapitel 6.3.5 gestaltet, wobei noch einige Korrekturen vorgenommen wurden: Die Farbigkeit wurde etwas reduziert, zudem etwas weniger gesättigte Farben verwendet. Die Glie-

derung wurde gestrafft, ein festes Raster sollte mehr Ordnung auf der Benutzungsoberfläche bewirken. Die Hilfe- und Abbruchtasten wurden zur Abgrenzung von allen anderen Tasten rund gestaltet. Eine Uhr und ein Kalenderblatt mit dem aktuellen Datum wurden in der linken oberen Ecke des Bildschirms eingefügt. Abb. 6.14a zeigt dieses Grundlayout.

- Eine Schlussmaske zum Abschluss der Transaktion wurde entworfen, aus der Änderungen an der getroffenen Wahl, weitere Fahrkarten erstellt, gewählte Fahrkarten gelöscht oder eine Preisberatungsfunktion aufgerufen werden konnten.
- Das Angebot wurde mit einigen Dienstleistungen erweitert, so zum Beispiel um Zuschläge und Zeitkarten (Wochen- und Monatskarten), zudem wurden alle der in Kapitel 6.2.4 als Grundangebot bezeichneten Varianten für "normale" Fahrkarten implementiert (Einfache Fahrt, Hin- und Rückfahrt, alle möglichen Ermässigungen).
- Für die meisten Funktionen wurde eine kontextorientierte Hilfe implementiert, die allerdings ohne grösseren Zeitaufwand entwickelt wurde. Als Texte wurden Auszüge aus dem Tarifwerk (in etwas leichter verständlicher Sprache) verwendet, die Plazierung der Textfenster wurde nach Möglichkeit so vorgenommen, dass alle anderen Elemente am Bildschirm nicht verdeckt wurden.
- Ein Abbruchkonzept wurde entwickelt und implementiert. Je nach Zustand der Bearbeitung führt die Abbruchtaste zum Beginn des Programms zurück (aus Grundmaske), auf die Grundmaske (aus einem Bearbeitungsschritt im Arbeitsfeld) oder zum vorherigen Fenster im Arbeitsfeld (aus einem Folgefenster im Arbeitsfeld).
- Das in Kapitel 6.2.4 skizzierte Fehlerkonzept wurde realisiert (bei Tarifinkompatibilitäten Anzeige der möglichen Schritte). Abb. 6.14d zeigt ein Beispiel einer Fehlermeldung.

Zwei Strategien wurden programmiert: Eine Lösung, die dem Benutzer freie Hand in der Bedienung lässt ("free choice"), dafür aber für fast alle Werte eine Vorgabe anbietet; und eine streng geführte, die jeden Parameter abfragt und so wenig Spielraum für Fehler oder Unsicherheiten offen lässt. Die Abb. 6.14a - d zeigen Beispiele der Bildschirmmasken der Lösung "free choice", Abb. 6.15a - d Beispiele der Masken der geführten Lösung. Die beiden Strategien wurden im Versuch abwechselnd präsentiert, um ein Lernen durch Zuschauen zu minimieren. Jede Versuchsperson konnte nur eine Strategie benutzen; beide Systeme von den gleichen Benutzern testen zu lassen wäre für die Versuchspersonen zeitlich zu aufwendig gewesen.

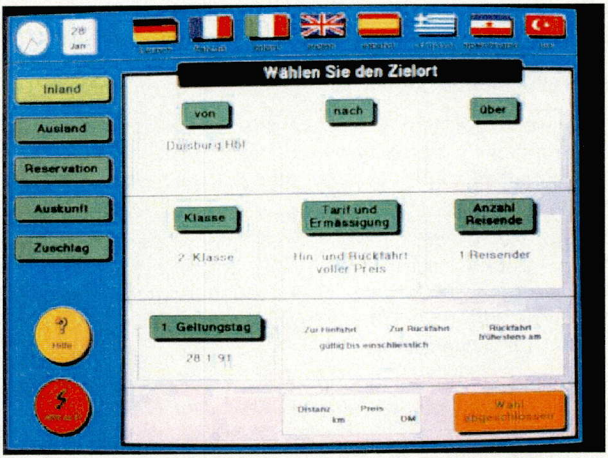


Abb. 6.14a): Grundmaske der "free choice"-Lösung. Fester Rahmen mit übergeordneten Befehlen, Sprache und Angebotssektor; Arbeitsfeld für den gewählte Sektor (gewählt: Inlandfahrkarten).

Abb. 6.14b): Zielwahlmaske der "free choice"-Lösung.

Abb. 6.14c): Maske "Tarif und Ermässigung" der "free choice"-Lösung. Bereits wurde "Einfache Fahrt" gewählt, worauf die Auswahl der Ermässigung erschienen ist.

Lesen Sie die Meldung
Inland
Die Ermässigung B&S und Mitfahrerkarten sind nur für eine Fahrstrecke von über 50km gültig.
Bitte ändern Sie entweder den Startort, den Zielort oder den Tarif.

Abb. 6.14d): "Fehler"meldung der Kontrollschicht des Programms in der "free choice"-Lösung. Zwischen den gewählten Parametern und dem Tarifsystem ist es zu einem Widerspruch gekommen. Die möglichen Optionen sind zur Auswahl angezeigt.

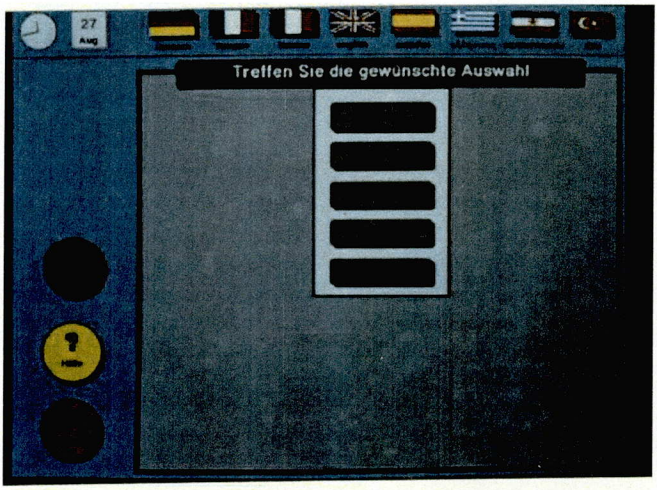


Abb. 6.15a): Erste Maske der Lösung "geführte Wahl". Fester Rahmen mit übergeordneten Befehlen und Sprache. Auswahl des gewünschten Angebotssektors im Arbeitsfeld.

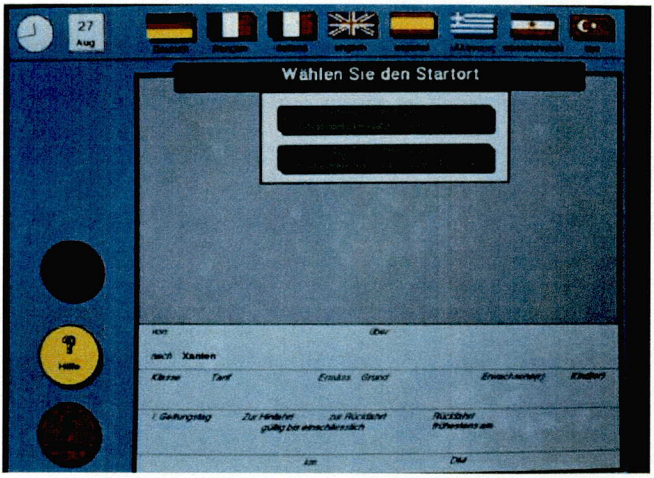


Abb. 6.15b): Entscheidungsknoten für die Wahl des Startort der Fahrkarte für die Lösung "geführte Wahl". In der unteren Hälfte des Arbeitsfeldes sind die bereits ausgeführten Schritte angezeigt.

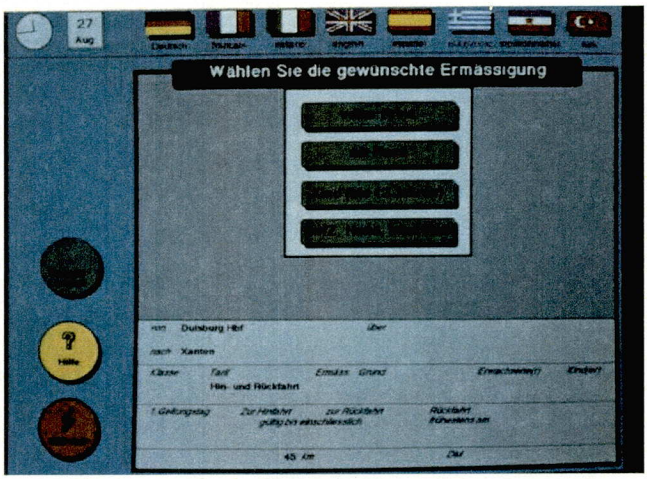


Abb. 6.15c): Entscheidungsknoten für die Wahl der Ermässigung der Fahrkarte für die Lösung "geführte Wahl". In der unteren Hälfte des Arbeitsfeldes sind die bereits ausgeführten Schritte angezeigt.

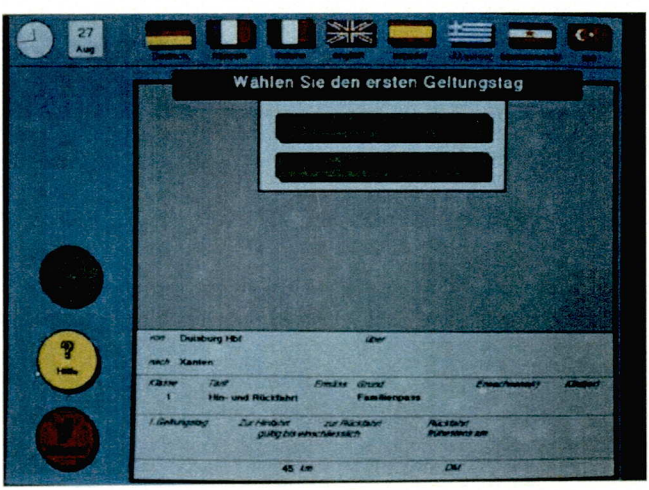

27
Aug
Wählen Sie den ersten Geltungstag
Hilfe
von Duisburg Hbf über
nach Xanten
Klasse Tarif Ermäss. Grund Ermächtigung? Drucken?
1 Hin- und Rückfahrt Familienpass
1. Geltungstag Zur Hinfahrt gültig bis einschliesslich Zur Rückfahrt Rückfahrt frühestens am
45 km DM

Abb. 6.15d): Entscheidungsknoten für die Wahl des gewünschten Reisetages für die Lösung "geführte Wahl". In der unteren Hälfte des Arbeitsfeldes sind die bereits ausgeführten Schritte angezeigt.

Das Testgerät wurde in Duisburg (D) in einem speziell hergestellten Gehäuse in der Schalterhalle installiert. Passanten wurden angesprochen, ob sie etwas Zeit für einen Versuch mit einem neuartigen Fahrkartenautomaten hätten. 182 Leute erklärten sich spontan bereit mitzumachen, davon 17,6 Prozent Frauen. Die Altersstruktur der Versuchspersonen ist Abb. 6.16 zu entnehmen.

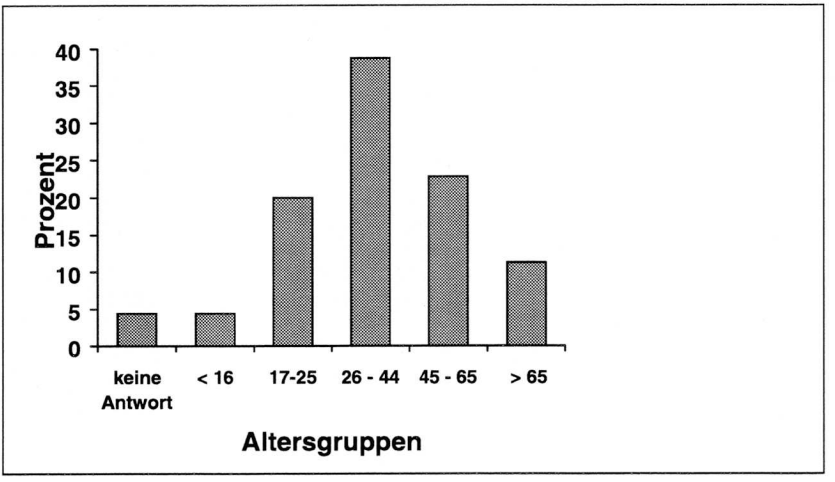


Abb. 6.16: Altersverteilung der Versuchspersonen im Feldversuch Duisburg.

Die Versuchspersonen wurden aufgefordert, sich die Fahrkarte, die sie gerade brauchten, am Automaten zusammenzustellen. War das gewünschte Ziel nicht in der programmierten Datenbank, sollte ein anderer Ort (IC-Netz oder Umgebung Duisburg) gewählt werden. Sodann durften sie mit der Wahl ihrer Fahrkarte beginnen. Ein einführender Bildschirm erklärte den Benutzern, wie ein Touchscreen zu bedienen war und wie das Experiment ablaufen würde. Die folgende Maske war die Grundmaske der jeweiligen Lösungsstrategie. Den Versuchspersonen wurde nur in Ausnahmefällen weitere Hilfestellung von den Untersuchern gegeben (bei besonderen Umständen wie Behinderungen, Systemproblemen oder nach einigen Minuten vergeblicher Arbeit). Jede Hilfeleistung wurde notiert. Hatten die Versuchsteilnehmer entweder das Ziel erreicht oder gaben auf, wurden sie gebeten, einen Fragebogen auszufüllen. Dieser umfasste wie in früheren Versuchen Fragen zur Person und Fragen zur Beurteilung des Systems und seiner Bedienung. Als kleinen Anreiz erhielten sie anschliessend einen Kaffee und (Schweizer!) Schokolade. Während des Versuchs wurde der Bildschirm mit einer Videokamera gefilmt, um später allfällige Fragen beantworten zu können. Ein Mikrofon im Automaten registrierte den Kommentar der Versuchspersonen. Parallel dazu wurde für jede Versuchsperson im Computer ein Logfile der Handlungen und Zeiten erstellt.

Resultate

Der Vergleich der beiden Strategien der Benutzerführung ergibt folgendes Bild:

Beide Strategien werden positiv beurteilt, wobei die "geführte Wahl" bei allen untersuchten Benutzergruppen besser abschneidet. Für die "freie Wahl" wird mehr Zeit

gebraucht, es treten mehr Fehler auf (wobei bei der freien Benutzungsreihenfolge auch mehr Inkompatibilitäten mit dem Tarifsystem auftreten können, die auch als Fehler gezählt wurden), die Hilfe-Funktion wird mehr als drei Mal häufiger aufgerufen, vor allem in der Grundmaske wurde sie sehr häufig benutzt. Die Hilfe trug in einigen Fällen wenig zur Klärung des Problems bei. Zum Teil wurden sie nicht genau gelesen, zum Teil waren die Texte (meist Zitate aus dem offiziellen Tarif DPT I + II [1990]) nicht verständlich. Zudem fühlen sich die Versuchspersonen bei der starren Führung auch sicherer, sie hatten weniger Angst, Fehler zu machen und brauchten deshalb auch weniger Hilfe: Die Entscheidung über den nächsten Schritt der Bedienung war ihnen abgenommen.

Werden die Benutzergruppen mit unterschiedlichem Vorwissen bezüglich Computern innerhalb derselben Lösung miteinander verglichen, so ist bei der "geführten Wahl" kein Unterschied zu finden. Für die "freie Wahl" dagegen zeigt sich ein interessanter Effekt: Je mehr Vorwissen (= Computererfahrung) ein Benutzer hatte, desto positiver wurde diese Strategie beurteilt. Es scheint also, dass Erfahrung die Strategie der "freien Wahl" besser erscheinen lässt.

Diskussion

Für Erstbenutzer hat eine straffe Führung offensichtliche Vorteile. Nicht nur ist die Benutzung schneller möglich, die Leute fühlen sich auch sicherer und werden dadurch eher wieder an diesem System arbeiten wollen. Mit zunehmender Erfahrung wird aber die "freie Wahl" besser beurteilt; kann diese Erfahrung auch am Automaten selber gesammelt werden (was nachzuweisen wäre), so verliert die "geführte Wahl" mit der Zeit an Bedeutung, und die "freie Wahl" würde schlussendlich bevorzugt. Sobald das zugrunde liegende Prinzip der "freien Wahl" verstanden wird (dies zeigte sich im Feldversuch) gibt es wenig Probleme mit der Bedienung. Für ungeübte Benutzer ist es jedoch schwierig, den Einstieg in die Strategie der "freien Wahl" zu finden, da sie keinerlei Anhaltspunkte über das "wie komme ich weiter" finden können.

Der Hilfe muss besondere Beachtung geschenkt werden. Sie muss kurz, prägnant, einfach verständlich und damit effektiv sein. Adäquate Texte stellen die primäre Lösung dar, eine Benutzerführung, die eine Hilfe weitestgehend unnötig macht, das anzustrebende Ziel. STEIGER ET AL. (1994) machten mit ihrem interaktiven Informationskiosk die selbe Erfahrung und zogen den Schluss, gänzlich auf ein Hilfesystem zu verzichten. Selbsterklärend und einfach zu bedienen muss das oberste Prinzip sein, dann sind die Probleme zu vermeiden.

6.4. Schlussfolgerungen

Folgende allgemeinen Schlüsse können gezogen werden:

1. Dass ein Touchscreen für die Applikation geeignet ist, zeigt nicht allein die Vielzahl der in der letzten Zeit erschienenen Systeme, sondern auch die vorliegenden Versuche. Sowohl in den Tests zur Grösse der Tasten wie auch bei den anderen Tests am Bildschirm traten nie ernsthafte Probleme mit der Bedienung auf. Das Prinzip der Bildschirmberührung mag zwar der Bevölkerung noch weitgehend fremd sein, eine Einführung für Applikationen im Rahmen des getesteten Beispiels bedarf aber lediglich einer gezielten Aufklärung, um zum Erfolg zu werden.
2. Bestehendes Wissen bezüglich der Bedienung von Geräten spielt eine äusserst wichtige Rolle. Überall dort, wo bereits Geräte vorhanden sind, die

eine ähnliche (Teil-) Eingabe wie die in dieser Arbeit untersuchten erfordern, ist die in den Versuchen gefundene Stereotypie dadurch geprägt. Dies tritt am deutlichsten bei der Eingabe von Zahlen hervor, wo offenbar Bancomaten und Telefone die Stereotypie der Zehnerblocktastatur geprägt haben. Bei der Datumswahl ist die Stereotypie schon weniger deutlich, und bei der Ortschaftswahl kann kaum mehr von einer Stereotypie gesprochen werden.

3. Für die visuelle Gestaltung, zum Beispiel die Verwendung von Farben, mag zuerst überraschen, dass die bunteste Lösung am meisten Anklang findet. Dies könnte aber auf die heute allzeit präsente Unterhaltungsindustrie, die Massenmedien und andere uns unablässig umgebende Dinge zurückgeführt werden. Solche möglichen Gründe sind aber für das vorliegende Projekt an sich nicht von allzu grosser Bedeutung, wichtig ist, dass die Leute diese Art bevorzugen. Bunt heisst aber nicht, dass Farben einfach *irgendwie* verwendet werden müssen und sollen. Der bewusste Einsatz von Farben zur Benutzerführung, die Verwendung als sinnbildendes, bedeutungsvolles Element der Benutzungsoberfläche muss oberstes Gebot sein. Es dürfen aber kräftigere Farben verwendet werden, als dies vielleicht klassischerweise postuliert wird. Immer zu berücksichtigen sind aber die farbsehschwachen Personen in der Bevölkerung, für die eine redundante Codierung sowie eine Unterscheidbarkeit der Farben durch unterschiedliche Helligkeit der Farben (für Farbsehschwache wahrnehmbar als unterschiedliche Grauwerte) vorzusehen ist.

4. Von grosser Wichtigkeit ist ein verständliches und hilfreiches Prinzip der Fehlerbehandlung, verbunden mit einem Hilfesystem, das die Benutzer problembezogen unterstützt. Das eingesetzte Fehlerkonzept hat sich grundsätzlich bewährt, sollte aber noch deutlicher angeben, wie eine Fehlersituation behoben werden kann. Fehlersituationen traten an sich weniger als erwartet auf, dies vermutlich vor allem deshalb, weil nicht so viel "trial and error"-Bedienungen stattfanden, wie dies in der richtigen Umgebung der Fall wäre. Die Präsenz eines Versuchsleiters dürfte ein weiterer Grund sein, dass am System wenig "gespielt" wurde.

5. Das Hilfesystem, das aus Zeitgründen nicht mit dem nötigen Aufwand bearbeitet werden konnte, muss in allgemein verständlicher Sprache vor allem die nötigen Schritte der Bedienung initiieren und Erklärungen zum Tarifsystem enthalten. Dies leitet sich aus den beiden häufigsten Fragen der Benutzer ab: "Was muss ich überhaupt tun" (zu Beginn des Arbeitsprozesses), und "Was bedeutet diese Bezeichnung" (zu jeder Zeit der Benutzung). Die Hilfestellungen müssen zudem kurz gehalten werden, da immer wieder festgestellt wurde, dass Texte mit mehr als zwei Sätzen kaum vollständig gelesen werden. Keinesfalls darf die Hilfe in einen anderen Modus der Bedienung führen. Implementiert war die Hilfe in den Versuchen derart, dass nach Berühren der Hilfetaste jedes Bedienelement eine andere Funktion erhielt, nämlich Information über sich selber zu geben. Das Verlassen der Hilfe wurde so für viele unmöglich, da keine Taste mehr die Bedeutung hatte, die angeschrieben war. Dies muss auf jeden Fall (und nicht nur im Falle der Hilfe) vermieden werden. Wie bereits erwähnt scheint es aber für Applikationen in der Öffentlichkeit besser, ganz auf ein Hilfesystem zu verzichten und die Bedienung so klar zu gestalten, dass keine Unsicherheiten auftreten. Das System muss von sich aus Anstoss zur Benutzung geben.

> STEIGER ET AL. (1994) setzten zum Einstieg in das System einen grossen Startknopf auf dem Bildschirm ein. Die nötigen und möglichen Handlungen in jeder Phase der Bedienung müssen klar kommuniziert werden.

Für jede dieser Aussage gilt, dass genaue Untersuchungen mit Benutzern, wenn möglich unter realen Feldbedingungen, zur Verifizierung durchgeführt werden müssen. Die Versuche mit der Gesamtlösung haben deutlich gezeigt, dass eine Komposition mit den geprüften Einzelelementen noch lange nicht ein harmonisches Konzert im Sinne des Benutzers ergeben muss. Die in den Vorversuchen erarbeiteten Elemente Zielwahl, Zahleneingabe, Datumswahl sowie die gestalterischen Aspekte (Attraktivität) haben sich aber als grundsätzlich richtig erwiesen, die Schwierigkeiten der Benutzer der Gesamtlösung lagen auf einer anderen Ebene. Deshalb lässt sich sagen, dass sich das Vorgehen mit "rapid prototyping" der Teilbereiche bewährt hat. Dies gilt auch für das Prototyping der ganzen Gesamtlösung. Werden die richtigen Software-Instrumente eingesetzt, erlaubt das Prototyping einen schnellen Entwurf von Benutzungsoberflächen und ermöglicht sogar realistische Tests mit Benutzern im Feld. Hätte die Entwicklung in einer "realen" Entwicklungsumgebung stattfinden müssen, wären keine Iterationen der Benutzungsoberfläche möglich gewesen. Wie die Versuche gezeigt haben, ist es nötig, die entwickelten Konzepte frühzeitig zu prüfen und Änderungen vorzunehmen. Zudem erlaubt das Prototyping eine schnelle Visualisierung von konzeptionellen Gedanken und beschleunigt den Entwicklungsprozess. Ein weiterer Vorteil des „rapid prototyping" ist die schnelle Visualisierbarkeit von Lösungsvorschlägen. Vor allem in der angewandten Forschung besteht vielfach das Problem, dass eine Lösung schwer zu beschreiben ist, aber einfach zu zeigen. Mit dem gewählten Verfahren kann überzeugend gezeigt werden, wie eine Lösung aussehen *und* wie sie funktionieren könnte.

Die Ermöglichung der geplanten Strategie "freie Wahl" hängt offensichtlich mit der Präsentation der auszuführenden Schritte ab. Gelingt es nicht, dem Benutzer durch die Oberflächengestaltung klar zu machen, was er zu tun hat oder welche Möglichkeiten ihm offenstehen, so ist er auf eine starre Führung angewiesen. Dass für ungeübte Benutzer mehr Führung nötig ist als in der "freien Wahl" implementiert, ist jedoch unbestritten. In der getesteten Form wird eine "geführte Wahl" aber für erfahrene Benutzer, aber auch für Zweit- bis Drittbenutzer sowie Benutzer mit komplizierten Wünschen zur Tortur, da es keine Möglichkeit gibt, schnell zum Ziel zu kommen.

Angestrebt wird deshalb eine Lösung, die zwar nach dem Muster der "freien Wahl" aufgebaut ist, aber in irgend einer Form für ungeübte Benutzer die Möglichkeit der Zuschaltung einer stärkeren Führung erlaubt. Damit können diese Leute das Prinzip erlernen und sobald sie sich sicherer fühlen, auf die Führung verzichten. Eine Möglichkeit der Kombination der beiden Strategien wäre ein grundsätzlicher Einstieg über die "geführte Wahl", um nach der ersten erfolgreichen Wahl (auf der Bildschirmmaske "weitere Optionen") zur "freien Wahl" überzugehen. Erst dann ist es nämlich effektiv nötig, die Parameter frei manipulieren zu können, und die Vorteile der "freien Wahl" kommen richtig zum Tragen. Ein Ansatz in dieser Richtung haben STULZER ET AL. (1993) gemacht. Jeder durchlaufene Entscheidungsknoten im Programm wird auf einer speziellen Leiste angezeigt, so dass sich im Laufe der Benutzung ein Pfad der durchlaufenen Schritte aufbaut („History"), die es dem Benutzer erlaubt, sofort zu einem bereits bearbeiteten Punkt zurückzukehren und von dort weiterzufahren, entweder wieder mit den Auswahlknöpfen auf der Arbeitsfläche oder den Schnellwahlknöpfen auf der „History"-Leiste.

Ein Parallelbetrieb dieser zwei Führungsstrategien ist dagegen unsinnig, da die jeweils andere Führung nie beiläufig erlernt werden kann. Damit wird der Benutzer beim Umschalten immer wieder zum absoluten Novizen.

7 Folgerungen für Usability Engineering

Diese Arbeit entstand im Bestreben, Geräte, bei denen sowohl mit häufiger wie auch gelegentlicher Benutzung gerechnet werden muss, gleichermassen einfach nutzbar zu machen. Die experimentellen Arbeiten stützten sich auf Überlegungen, die aus den Bereichen Qualitätssicherung, der Ergonomie und dessen Teilbereich Usability stammen. Zentrale Frage war, ob die Prinzipien dazu beitragen, eine Steigerung der Benutzungsfreundlichkeit herbeizuführen, und, vor allem für Praktiker von grosser Relevanz, ob sich aus den Erfahrungen in zwei grösseren Projekten ein Entwicklungsprozessablauf ableiten lässt, der generell für Entwicklungsprojekte für interaktive Geräte als Beispiel dienen kann. Denn darin liegt das grösste Problem: Wie kann in der Praxis das vorhandene Wissen so eingesetzt werden, dass es innerhalb der zeitlichen, finanziellen und personellen Ressourcen den erwünschten Erfolg bringt?

Usability ist ein *Muss* für zukünftige Entwicklungen interaktiver Systeme mit einem hohen Komplexitätsgrad. Die Wirtschaftlichkeit einer Entwicklung hängt infolge der dazu nötigen hohen Investitionen immer mehr von einem effizienten, kostengünstigen Entwicklungsprozess ab, der zu einem auf Anhieb gut zu vermarktenden Produkt hinführt. Dessen Gewährleistung stützt sich auf einfache, zum Beispiel aus der TQM stammenden Grundsätze ab (Zufriedenstellen des Benutzers, Usability als ständiger Prozess und nicht als feste Messgrösse). Das Erreichen (resp. die Überprüfung) von „Usable Products" kann auf verschiedenen Wegen geschehen: heuristische Evaluation durch Experten (wie z.B. beim TÜV Rheinland), Inspektionsmethoden wie von RAUTERBERG (1995) vorgeschlagen, oder aber auch durch Versuche mit prospektiven Nutzern im Labor (-> Usability-Labor) oder im Feld (je nach Projekt und zeitlichen/finanziellem Möglichkeiten).

Aus den Ergebnissen der Experimente lässt sich ableiten, dass die eingesetzten Methoden und Prinzipien aus den drei genannten Gebieten (Qualitätssicherung, Ergonomie und dessen Teilbereich Usability) dazu beitragen, Produkte in ihrer Bedienung zu vereinfachen und bessere Leistung zu ermöglichen. Eine vergleichende Untersuchung dazu ist im Beispiel Zürcher Verkehrsverbund (Kapitel 5) durchgeführt worden. Es kann mit einer gewissen Berechtigung postuliert werden, dass auch die in Kapitel 6 beschriebene Entwicklung für die Deutsche Bahn AG zu einem qualitativ besseren Resultat geführt hat, als das mit anderen Methoden hätte erreicht werden können[24].

7.1 Der Entwicklungsprozess

Nach wie vor ist es so, dass die Anforderungen zum Beispiel des TQM zwar bekannt sind, aber in der Praxis zu stark formalisiert und auf Papierabläufe und Kontrolle der Arbeit auf Vorschriftskonformität bezüglich des Prozesses ausgerichtet sind. Diese Haltung wird vor allem im Ruf nach *Styleguides* deutlich, die an sich nur Regeln in Beispielen festhalten, für Neuentwicklungen nur mit Expertenwissen anzuwenden sind und ähnlich wie Normen einen Status quo festhalten. Wesentlicher ist es, und dies ist in dieser Arbeit gezeigt worden, auf die Kernanforderung und Definitionen von Qualität zurückzugehen und diese Anforderungen in den Entwicklungsprozess

---

[24] Das Resultat der Untersuchung wurde nicht in ein Gerät umgesetzt, da die Deutsche Bahn AG noch keine Entscheidung bezüglich der Beschaffung von Automaten für den Fernverkehr getroffen hat. Dies bedeutet aber auch, dass es auch kein anderes Gerät gibt!

zu integrieren. Wichtigster Bestandteil dieses Schrittes ist der Einbezug des Benutzers in den Entwicklungsprozess, da er abschliessend beim Kaufentscheid die Qualität beurteilen wird. Diese Beurteilung erfolgt immer subjektiv und entzieht sich deshalb zu einem guten Teil der Messbarkeit. An diesem Punkt greift der in dieser Arbeit gewählte Ansatz für den Entwicklungsprozess ein, und bietet mit dem vorgeschlagenen Ablauf (Abb. 7.1) einen Ausweg aus dieser Situation. Expertenbeurteilung, Prototyping und Prüfung mit Versuchspersonen unter verschiedenen Bedingungen bieten Gewähr, das Möglichste getan zu haben, um die Ansichten der Anwender in den Entwicklungsprozess einzubeziehen.

Der idealer Projektablauf entspricht grundsätzlich dem in Kapitel 2.5 vorgeschlagenen Vorgehen. Mit den in dieser Arbeit gewonnenen Erkenntnissen lässt er sich nun verfeinern und zu einem Zehn-Stufenkonzept erweitern:

1. *Stufe*
   In der *Konzeptionsphase* müssen die Benutzerbedürfnisse und die technischen Innovationsmöglichkeiten erhoben werden. Meist handelt es sich bei Entwicklungen um Verbesserungen bestehender Geräte oder Software, so dass Erfahrungen mit den bestehenden Systemen vorliegen. Verkauf, Marketing, Kundendienst sind Quellen, die vor allem über kritische Punkte Informationen besitzen, und meist auch Verbesserungsvorschläge unterbreiten können. Die Entwicklungsabteilungen dagegen sind bestens über mögliche technische Neuerungen im Bilde, und steuern ihre Kenntnisse darüber zur Verbesserung bei. Der Beizug eines Ergonomie-Fachmannes zu diesem Zeitpunkt erlaubt es, ein moderiertes „Brainstorming" zu den möglichen Änderungen durchzuführen.

2. *Stufe*
   Die im ersten Entwicklungsschritt festgestellten System-Eigenschaften müssen zur einfacheren Beurteilung für alle Beteiligten *visualisiert* werden. Als gute Methode hat sich dafür das *Prototyping* erwiesen. Ob low-level (Papier und Bleistift) oder high-level Prototyping (Computersimulation mit Prototyping Werkzeugen erstellt) besser geeignet ist, muss von Fall zu Fall je nach Projekt und effektiver Projektphase entschieden werde. Generell gilt: In ganz frühen Phase, zur Abklärung grob-konzeptioneller Vorstellungen, und zum Vergleich verschiedener Ansätze eignet sich das low-level Prototyping besser. Zur Erarbeitung von Ablaufmodellen, und Visualisierung von Systemeigenschaften wie Reaktionen auf Eingaben, Funktion von Elementen etc. ist das high-level Prototyping vorzuziehen (RUDD ET AL., 1996).

3. *Stufe*
   Das Prototyping erlaubt es einerseits, im Entwicklungsteam die Lösungen zu *diskutieren* und kritisch zu hinterfragen (Expertenevaluation, heuristische Evaluation). Die ersten Entwürfe können nach bedarf überarbeitet werden (Rücksprung zu Stufe 2).

4. *Stufe*
   Ist ein erster Konsens im Entwicklungsteam erreicht, können die Resultate des Prototypings mit echten Benutzern des Produktes besprochen oder getestet werden. Vor allem mit high-level Prototypen kann unter standardisierten Bedingungen ein *Usability-Test* im spezialisierten *Labor* durchgeführt werden, um Schnitzer im Ablauf und der Darstellung zu identifizieren und anschliessend zu eliminieren.

5. Stufe

Die heuristisch und experimentell erhobenen Daten müssen diskutiert werden, um einen Überblick über die Qualität des Produktes aus Benutzersicht zu erhalten.

6. Stufe

Die Eindrücke, Kommentare und allfällige Messwerte aus dem Usability-Labor ergeben ein *Feedback* sowohl für das Entwicklerteam wie auch für den Ergonomen.

7. Stufe

Aufgrund der Erkenntnisse hat eine *Revision* des Produktes zu erfolgen, in der die Probleme und Kritiken korrektiv einfliessen sollen. Je nach verfügbarer Zeit und gefundenen Problemen wird eine Iterationsschleife zurück zur Stufe 2 (Prototyping) eingefügt.

8. Stufe

Um näher an die realen Bedingungen des Produkteinsatzes heranzukommen, wird in der Regel ein *Feldtest* durchgeführt. Dies trägt den realen Umständen Rechnung, die im Alltag das Handeln stark beeinflussen. Zudem ist dieser Schritt eine weitere Iteration im Entwicklungsprozess, bei dem die Verbesserungen aus dem Labortest bereits auf ihre Wirksamkeit untersucht werden können.

9. Stufe

Aufgrund der neuerlichen Erkenntnisse ist meist nochmals eine *Revision* des Produktes nötig. Führt der Feldversuch zu grundsätzlich neuen Erkenntnissen, muss nochmals ein Feldtest oder allenfalls sogar ein Rücksprung zu Stufe 2 (Prototyping) erfolgen.

10.Stufe

Das auf diese Weise entwickelte *Endprodukt* wird qualitativ besser sein als ein Produkt, das nicht diesen Entwicklungsprozess durchgemacht hat. Damit ist der Forderung nach Qualität Rechnung getragen worden.

Um die Forderung des *iterativen* Entwicklungsprozesses zu erfüllen, sollten die Schritte 2-7 und 8-9 (im Extremfall kann auch von Punkt 7 bzw. 9 zurück nach Punkt 2 zurückgesprungen werden) jeweils so lange durchlaufen werden, bis eine optimale Lösung erreicht wird.

Die Erfahrung in praxisnahen Projekten und vor allem Beratungen hat allerdings gezeigt, dass zeitliche und finanzielle Rahmenbedingungen es kaum je erlauben, sehr viele solcher Zyklen zu absolvieren. Trotzdem kann in der frühesten Phase (Stufe 2-3) meist 2 bis 3 mal iteriert werden (kurze Zyklen von 2-3 Wochen), mit einem Usability-Test nach der letzten Prototyping-Phase, wogegen die Schritte 8 und 9 im Feld, wenn überhaupt, nur einmal durchlaufen werden. Hier muss gesagt werden, dass die akademische, am Optimum orientierte Denkweise realistischerweise hinter die wirt-

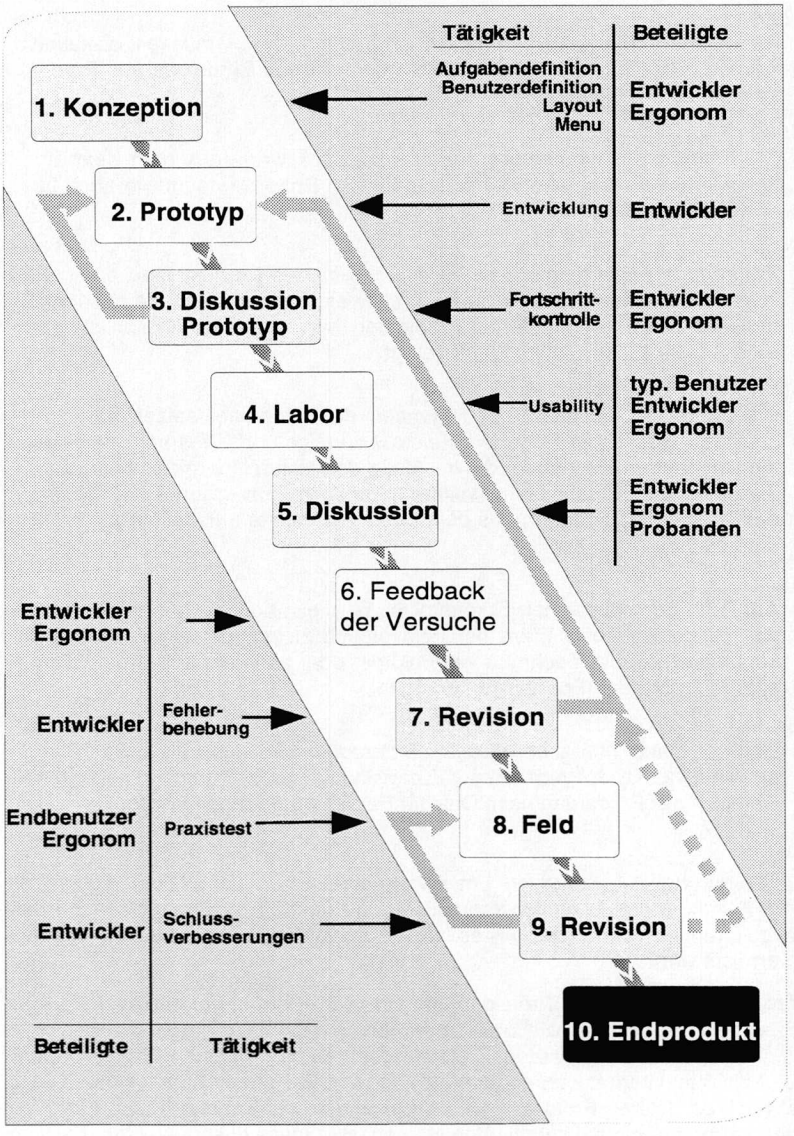


Abb. 7.1: Der ideale Entwicklungsprozess. Ziele sind die Usability des Produktes, sowie die Entwickler (im Sinne eines Erziehungsaspektes) für die Probleme der Benutzer zu sensibilisieren. Die Gestaltung des Layouts sowie des Dialoges erfolgen explorativ/experimentell und nicht im wissenschaftlichen Sinne statistisch prüfbar.

schaftlichen, realen Möglichkeiten treten sollten oder müssen. Die Forderung nach dem Optimum muss bestehen bleiben, muss sich aber jeweils nach den Umständen richten. Es lässt sich aber mit einer gewissen Berechtigung postulieren, dass je mehr Zeit für Überlegungen in der frühen Phase aufgewendet wird, desto besser d.h. benutzungsfreundlicher das Endprodukt wird. Auch kostenmässig zahlt sich dies aus, weil auf teure Nachbesserungen verzichtet werden kann.

7.2 Konkrete Ergebnisse

Bezüglich der durchgeführten Experimente und den daraus erhaltenen Resultaten lässt sich folgendes sagen:

Layoutkomponenten der Benutzungsoberfläche spielen im Hinblick auf den Ablauf der Benutzung eine wichtige Rolle für das Verständnis. Sie lassen sich relativ gut umschreiben mit den Theorien der kognitiven Psychologie und allgemeinen Gestaltungsregeln. Das Expertenrating stellt ein gutes Instrument zur Evaluierung dar, und Versuche im Labor (Blickbewegung, Akzeptanz) und im Feld (Beobachtung, Befragung) können als Ergänzung und zur Bestätigung der Befunde eingesetzt werden. Folgende Versuche und Ergebnisse stehen in dieser Arbeit dafür:

- Reaktionsunterschiede zwischen stark strukturierter (Billettautomat nach IHA) und schwach strukturierter Benutzungsoberfläche (Billettautomat nach DIN)
  Ergebnis:
  stark strukturiert ist besser
- Günstige Tastengrösse für Touchscreengeräte
  Ergebnis:
  oberhalb einer Schwellengrösse gilt: je *grösser desto besser*
- Reaktion auf vier unterschiedlich gestaltete Benutzungsoberflächen (Bildschirmmasken für einen Billettautomaten, entwickelt von vier unabhängigen Personen)
  Ergebnis:
  Farben fördern, richtig eingesetzt, die Akzeptanz und das Verständnis.

Ferner spielen die Bedienungsstrategien der Benutzer eine wesentliche Rolle. Sie sind abhängig von Faktoren der Benutzer (Vorwissen, persönliche Faktoren der Benutzer, Ort der Bedienung, Einstellung der Benutzer) und sind kaum allgemein zu beschreiben. Eine detaillierte Problemanalyse und der Einbezug der Ziel-Benutzer bereits zu einem frühen Zeitpunkt der Entwicklung, sowie iteratives Design mit rapid Prototyping von Modellen des Benutzungsinterfaces kann hier Abhilfe schaffen. Dieser Schritt ist wie folgt dokumentiert

- Reaktionsunterschied zwischen strenger Führung und freier Wahl (Billettautomat mit Touchscreen)
  Ergebnis:
  streng geführt ist für ungeübte und gelegentliche Benutzer gut
  freie Benutzung ist gut für häufige Benutzer und Experten.

Daraus ist bereits eine neue Arbeitshypothese entstanden, die in nächster Zeit bearbeitet werden soll:

- Novizen denken *zielgerichtet*, Experten *funktionsorientiert.*

In die selbe Kategorie fällt die Frage der Wahlstrategien der Benutzer. Den Benutzern soll die Strategie angeboten werden, die Ihnen für das zu lösende Problem am meisten zusagt. Damit werden Stereotypien des Verhaltens genutzt. Um diese zu finden, muss wiederum der Benutzer einbezogen werden. In Laborversuchen kann die Tendenz festgestellt werden, ein Feldversuch sollte zur Verifizierung unter den realen Bedingungen folgen. Die folgenden Untersuchungen behandelten diese Frage

- Eingabevarianten von Zahlen (Telefonanordnung, lineare Anordnung)
- Eingabevarianten für die Datumseingabe (Monats-Kalenderblatt laufend, 4-Wochen Agenda, Monats-Kalenderblatt gewählt)
- Eingabevarianten für die Ortschaftswahl (Alphabetisch, QWERTZ in diversen Layouts)

Ergebnis:
"*Bekanntes*" bringt die beste Leistung und Akzeptanz.

Die Benutzer werden immer mit einem bestimmten Spektrum an Wissen an ein interaktives System treten. Entwicklungen müssen, um vorwärts zu führen, einen gewissen Anteil an neuen, unbekannten Benutzungsstrukturen aufweisen. Es ist aber besser, diese Veränderungen in kleinen Schritten einzuführen, und auf den Lernprozess der Benutzer zu vertrauen, als auf einen Schlag eine neue Strategie einzuführen. Es muss also gewissermassen ein „Erziehungsziel" für den Benutzer, aber auch für den Hersteller definiert werden, das in kleinen Schritten erreicht werden soll. Dies lässt sich am Besten mit dem Schlagwort „Evolution statt Revolution" zusammenfassen.

Folgende generellen Empfehlungen lassen sich aus den in diesen Projekten gemachten Versuchen und Erfahrungen geben:

1. Bekannte Vorgänge (Stereotypien) müssen so weit wie möglich für die Gestaltung einer Benutzungsoberfläche eingesetzt werden, um einen Rückgriff auf erlernte Muster zu ermöglichen.
2. In der Planung müssen Aspekte der Weiterentwicklung des Wissen der Benutzer berücksichtigt werden.
3. Farbe ist für eine Benutzerführung gut geeignet und wird von den Leuten geschätzt. Sie muss aber sinnvoll zur Codierung der Funktionen eingesetzt werden. Die Farbsehschwachen müssen dabei aber berücksichtigt werden!
3. Für ungeübte Benutzer ist ein gutes Navigationsinstrument durch ein komplexes System nötig. Sie nehmen dabei in Kauf, mehr Zeit für die Eingabe zu brauchen.
4. Der Touchscreen ist ein geeignetes Medium, um im öffentlichen Bereich Eingaben zu tätigen.
5. Ein verständliches Hilfe- und Fehlerkonzept ist nötig, das dem Benutzer mit kurzen Angaben problembezogen weiter hilft.

6. Das Angebot, das von einem System im öffentlichen Bereich geboten wird, muss in sich selbst ergonomisch gestaltet sein. Eine unnötig komplexe innere Struktur wird sich immer auf der Benutzungsoberfläche widerspiegeln.

In den in dieser Arbeit dokumentierten Projekten sind verschiedene Probleme der Benutzungsoberflächengestaltung angesprochen und untersucht worden. Es hat sich gezeigt, dass für viele Themenkreise weitere Arbeiten nötig sind, um zu allgemein gültigen Aussagen zu gelangen. Die Erkenntnisse werden allerdings immer *problembezogen* bleiben, gewisse Punkte könnten aber zu Richtlinien weitergeführt werden. Ein Aspekt, der zunehmend an Bedeutung gewinnt, ist die Navigation durch ein komplexes System, ein anderer die Berücksichtigung der Strategie der Benutzung durch die Benutzer.

Zum Thema Navigation sind weitere Untersuchungen bereits in Planung, zur Strategie der Benutzer besteht ebenfalls die Absicht, weitere Versuche durchzuführen. Immer müssen solche Experimente schlussendlich im Felde enden, wobei ein reales Problem die Basis dazu liefern muss. Es kann nicht gelingen, mit theoretische Problemstellungen Fragen zu lösen, die nur in realen Situationen mit dem in der Einleitung angesprochenen heterogenen Zielpublikum tatsächlich auftreten. Aus diesem Grund ist es weiterhin wichtig, mit der Industrie zusammenzuarbeiten, die zum Beispiel Geräte oder Software herstellt, die über eine gewisse Komplexität verfügen oder deren Bedienung möglichst schnell von möglichst vielen Leuten erlernt werden soll.

Tatsache bleibt allerdings, dass ein komplexes, unstrukturiert aufgebautes System am Automaten nie ergonomisch d.h. benutzungsfreundlich angeboten werden kann. Die Ergonomie beginnt bei der Angebotsstruktur, denn diese wird letztendlich auf der Benutzungsoberfläche abgebildet. Strukturell unverständliche Eigenschaften eines Systems werden sich nie durch ergonomische Gestaltung verbergen lassen.

7.3 Ergebnisse zum Entwicklungsprozessablauf

Erfahrungen wurden auch im Bereich der Entwicklungsmethode gesammelt. Zusammenfassend lassen sich diese Erkenntnisse wie folgt beschreiben:

- Das Ziel Usability lässt sich mit bereits beschriebenen Methoden erreichen; dies gilt auch im Bereich realer elektronischer (computerisierter) Produkte für eine breite Öffentlichkeit. Usability ist ein gutes Qualitätskriterium oder *Entwicklungsziel*, die Software-Ergonomie (oder deren Methoden) stellt den Weg dazu dar.
- TQM und andere Massnahmen der Qualitätssicherung enthalten wesentliche Anhaltspunkte, die für den Entwicklungsprozess wichtige Impulse liefern. Die Umsetzung dieser Punkte *im Sinne des Benutzers* bilden eine gute Grundlage für einen Entwicklungsprozess, der zu benutzungsfreundlichen Produkten führt.
- Software-ergonomische Detailkriterien sind die *Bausteine* zum Erreichen des Ziels Usability, wobei festzustellen ist:
  gestalterische Elemente (Layout) sind besser in den Griff zu kriegen als benutzungsstrategische Elemente (Dialog), da sie einfacher zu beschreiben, zu messen und zu generalisieren sind.

- verschiedene beschriebene Messansätze (benutzerzentriert, interaktionszentriert, produktzentriert) müssen für ein optimales, benutzungsfreundliches (= "mit Usability") Produkt (nicht nur für den Gebrauch in der breiten Öffentlichkeit) eingesetzt werden.
  => sie lassen sich nicht isoliert ansetzen, sondern müssen kombiniert eingesetzt werden.
- Der in Abb. 7.1 gezeigte Entwicklungsablauf erlaubt, neue Entwicklungen mit einem Minimum an Aufwand bei einem Maximum an Qualität für den Benutzer durchzuführen. Durch den benutzungsorientierten Ansatz ist die Chance am Markt gut, und durch den Einsatz von rapid Prototyping, Expertenevaluationen im Prozess sowie den Benutzereinbezug in Labor- und Feldtests die Kosten relativ niedrig sowie der Ausschuss (Nachbessern, grosse Korrekturen am fertigen System) gering. Je grösser der Entwicklungssprung ist, desto wichtiger werden rapid Prototyping mit Usability-Tests.

Der in Abb. 7.1 graphisch aufgezeigte Entwicklungsablauf wird in dieser Form oder auch in einzelnen Teilen bei der Beratung von Firmen erfolgreich eingesetzt, wobei bei jedem Projekt die spezifischen Rahmenbedingungen jeweils berücksichtigt werden müssen.

7.4 Ausblick

Die in diesen Projekten gemachten Erfahrungen haben zum Aufbau eines Untersuchungs-Instrumentariums geführt, mit dem bereits weitere Projekte und industrielle Beratungen erfolgreich durchgeführt worden sind. Die Erkenntnis, dass immer wieder Benutzertests durchzuführen sind, die am aussagekräftigsten sind, wenn sie unter möglichst realistischen, aber kontrollierten Bedingungen durchgeführt werden, hat zum Aufbau eines eigenen Usability-Labors geführt, das für diesen Zweck nach dem Vorbild anderer, renommierter Labors (IBM Wien, SKA Zürich) ausgerüstet wurde. Mit dem Labor können die vier von SHACKEL (1991) definierten Hauptkomponenten (Benutzer, Aufgabe, Werkzeug und Umgebung) kontrolliert und das Mensch-Maschine-System untersucht werden. Dies scheint einem Bedürfnis der Industrie zu entsprechen, wie erste Reaktionen zeigen. Wie in der Einführung aufgezeigt, ist es zu einer Zeit, wo die Technik nur noch wenig Unterschiede zeigt, die Usability, die noch einen Marktvorteil bringen kann. Anwendungen in verschiedensten Produktbereichen wie Billettautomaten (FELIX, 1995a, 1995b), chemische Analysegeräte (BREINHOLT AND KRUEGER, 1996), Infokioske (FELIX ET AL., 1996) oder Prozess-Steuerungen haben bereits wertvolle Resultate für die Industriepartner gezeigt. Das Labor hat inzwischen seinerseits als Vorbild für den Aufbau eines weiteren Labors einer schweizerischen Grossbank in Zürich gedient, was beweist, dass auch die Anwender der Technik von ihr überzeugt sind.

8 Literatur

ADLER, P. S. UND WINOGRAD, T. A. (Eds.): Usability: Turning Technologies into Tools. Oxford University Press, New York (1992)

ALA-SIURU, P.: Using QFD techniques in user interfacespecification: First experience. In: SMITH, M. AND SALVENDY, G. (Eds.): Human-Computer Interaction: Applications and Case Studies. Elsevier, Amsterdam (1993) 456-461

APPLE: Human Interface Guidelines: The Apple Desktop Interface. AddisonWesley, Reading, Mass. (1987)

BALZERT, H.; HOPPE, H.U.; OPPERMANN, R.; PESCHKE, H.; ROHR, G. UND STREITZ, N.A. (Hrsg.): :Einfuehrung in die Software-Ergonomie. de Gruyter, Berlin (1988)

BARNETT, B. J.; ARBAK, C. J.; OLSON, J. L. AND WALRATH, L. C.: A framework for design traceability. In: Procedings of the Human Factors Society 36th Annual Meeting (1992) 2-6

BEVAN, N., KIRAKOWSY, J. AND MAISSEL, J.: What is usability? In: BULLINGER, H-J. (Ed): Human Aspects in Computing: Design and Use of Interactive Systems and Work with Terminals. Elsevier, Amsterdam (1991) 651-655

BÖSENBERG, D. UND METZEN, H.: Lean Management. Vorsprung durch schlanke Konzepte. verlag moderne industrie, Landsberg/Lech (1993)

BOYCE, P.R.: Human factors in lighting. Applied Science Publishers, London (1981)

BREINHOLT, G. AND KRUEGER, H.: Evaluation of key shapes on a touchscreen simualtion of a specialised keypad. Applied Ergonomics, 27/6 (1996) 375-379

BS 7850: Total quality management. Part 1: Guide to management principles. QMS/22, British Standards Institute, London (1992).

BULLINGER, H.-J.; HAISCHER, M UND RENNER, T.: Qualitätsmanagement und Zertifizierung - Neue Impulse für den unternehmerischen Erfolg. In: WARNECKE, H.J. UND BULLINGER, H.-J.: Qualitätsmanagement und Zertifizierung für Softwareerstellung und Dinstleistungsproduktion. IPA-IAO-FhG Forschung und Praxis. Band 40, Springer Verlag, Berlin (1993)

BYRNE, J. G. AND BARLOW, T.: Structured brainstroming: A method for collecting user requirements. In: Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 37th Annual Meeting (1993) 427-431

CARD, S.; MORAN, T. P.; NEWELL, A.: The Psychology of Human-Computer Interaction. Erlbaum, Hillsdale - N.J.& London (1983)

CAROLL, J.M.: Taking Artifacts Seriously. In: MAAß, S. UND OBERQUELLE, H. (Hrsg.): Software-Ergonomie '89. Aufgabenorientierte Systemgestaltung und Funktionalität. Berichte des German Chapter of the ACM. Teubner, Stuttgart, 32 (1989) 36-50

CHRIST, R.P.: Review and Analysis of Color Coding Research for Visual Displays. Human Factors 6 (1975) 542-570

CONRAD, R. AND HULL, A.J.: The preferred layout for numerical data-entry keysets. Ergonomics, 11/2, (1968) 165-173

CONRAD, R.: Performance with different push-button arrangements . Het PTT Bedrijfdeel, 15, (1967) 110-113

DEININGER, R. L.: Human Factors engineering studies of the design and use of pushbutton telephone sets. The Bell System Technical Journal, (July 1960) 995-1012

DIN 30 795: Informationen im öffentlichen Personenverkehr: Informationen auf stationären Fahrausweisautomaten. Normenausschuss Transportkette im DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Entwurf (1986)

DIN 33 402: Körpermasse von Erwachsenen: Begriffe, Messmethoden, Werte. Fachnormenausschuss Ergonomie im Deutschen Normenausschuss, Entwurf (1974)

DIN 66 234 (TEIL 1): Geometrische Gestaltung der Schriftzeichen. Normenausschuss Informationsverarbeitung im DIN Deutsches Institut für Normung e.V. , Entwurf (1978)

DIN 66 234 (TEIL 8): Grundsätze der Dialoggestaltung. Normenausschuss Informationsverarbeitung im DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Entwurf (1984)

DPT I & II: Deutscher Eisenbahn-Personen-, Gepäck- und Expressguttarif, Teile I und II. Tarifverkaufstelle der Bundesbahndirektion Hannover (1990)

DREYFUSS, H.: Humanscale 1/2/3. Authors: DIFFRIENT, N.; TILLEY, A.R. UND BARDAGJY, J.C., MIT Press, Cambridge, Mass. USA (1973)

DZIDA, W.; HERDA, S.; ITZFELDT, W. UND SCHUBERT, H: Zur Benutzerfreundlichkeit von Dialogsystemen. Bericht Nr. 15 des IST (Institut für Software-Technologie), Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung MBH Bonn, Selbstverlag GMB, St. Augustin 1 (1977)

FELIX, D.: MMI-Analyse. Interner Bericht, ETH Zürich (1989)

FELIX, D.; KRUEGER, H.: Ergonomie-Studie Billettautomat für den Verkehrsverbund des Kantons Zürich. Gutachten zu Handen des Verkehrsverbundes des Kantons Zürich, Zürich (20.1.1988)

FELIX, D.: Usability-Test BATS. Interner Bericht (ES-95-7) zuhanden der SBB (1995a)

FELIX, D.: Feld-Untersuchung BATS. Interner Bericht (ES-95-8) zuhanden der SBB (1995b)

FELIX, D.; PAOLILLO, E.; MERCALLI, F. AND WU, Y.-S.: Experiences with Multimedia Teleshopping Applications over a Broadband Network - The Project ESSAI. In: PLATTNER, B. (Ed.): Broadband Communications. Lecture Notes in computer Science 1044. Proceedings of the 1996 International Zurich Seminar on Digital communications IZS'96 (1996) 209-223.

FRESE, M.; ULICH, E. AND DZIDA; W. (EDS.): Psychological issues of human-computer interaction in the work place. North-Holland, Amsterdam (1987)

FRESE, M. UND PETERS, H.: Zur Fehlerbehandlung in der Software-Ergonomie: Theoretische und praktische Überlegungen. Z. Arbeitswiss. 42 (14 NF) (1988) 9-17

GIERSZAL, H. UND LEBSANFT, E.: Prozessqualität in der Software-Entwicklung. In: WARNECKE, H.J. UND BULLINGER, H.-J.: Qualitätsmanagement und Zertifizierung für Softwareerstellung und Dinstleistungsproduktion. IPA-IAO-FhG Forschung und Praxis. Band 40, Springer Verlag, Berlin (1993)

GILLMAN, P.: Snares and delusions: the mis-management of quality. In:HERTIS Information and Research: Total Quality Management. The Information Business: Key Issues 92. University of Herfordshire Press, Hatfield (1993)

GOULD, J.D.: How to Design Usable System. In: HELANDER, M. (Ed.): Handbook of Human-Computer Interaction. Elsevier/North Holland, Amsterdam (1988) 357-377

GRAF, W.: Ergonomische Beurteilung der Mensch-Computer-Interaktion anhand von Blickbewegungen. Dissertation an der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich, Zürich (1988)

GUINTA, L. R. AND PRAIZLER, N. C.: The QFD Book: the team approach to solving problems and satisfying customers though quality function deployment . amacom, American Management Association, New York (1993)

HAAG, S.; RAJA, M.K. AND SCHKADE, L.L.: Quality Function Deployment: Usage in Software Development. Communications of the ACM, 39/1 (1996) 41-49

HAUBNER, P. UND ZWERINA, H.: Gestaltung von Informationen auf Bildschirmen. In: FÄHNRICH, K.-P. (Hrsg): Software-Ergonomie; München, (1987)

HAUSER, J. R. AND CLAUSING, D.: The house of quality. Harvard Business Review, May-June (1988) 63-73

HEINBOKEL, T.; SONNENTAG, S.; FRESE, M.; STOLTE, W. AND BRODBECK, F. C.: Don't underestimate the problems of user centredness in software development projects - there are many! Behaviour & Information Technology, 15/4 (1996) 226-236

HEMPFLING, R.: „Total Quality Management". Allgemeiner Hochschul-Anzeiger, 24 (1995)

HIRSCH, R. S.: Effects of standard versus alphabetical keyboard formats on typing performance. Journal of Applied Psychology, 54, (1970) 484-490

HOHLER, B.: Software-Qualitätsmodelle: Capability Maturity Model (SEI), Bootstrap-Methode, ISO 9000 ff. Informatik-Spektrrum 18 (1995) 324-334

HOHLER, B.: Zertifizierung und Prüfung von Softwareprodukten. In: WARNECKE, H.J. UND BULLINGER, H.-J.: Qualitätsmanagement und Zertifizierung für Softwareerstellung und Dinstleistungsproduktion. IPA-IAO-FhG Forschung und Praxis. Band 40, Springer Verlag, Berlin (1993)

HUXLEY, A.: Brave New World. Chatto & Windus, London (1932)

IBM: System Application Architecture: Common User Access. Advanced Interface Design Guide. IBM, Carry (1989b)

IBM: System Application Architecture: Common User Access. Basic Interface Design Guide. IBM, Carry (1989a)

ISO 8402: Quality management and quality assurance - Vocabulary. ISO/TC176, SC1. (1994)

ISO 9241 (PART 10): Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs). Dialogue Principles. ISO/TC159/SC4, WG5 (Software ergonomics and man-machine dialogue). First Committee Draft (1991)

KIEBACK, A.; LICHTER, H.; SCHNEIDER-HUFSCHMIDT, M. UND ZÜLLIGHOFEN, H.: Prototyping in industriellen Software-Projekten. Erfahrungen und Analysen. Informatik-Spektrum. 15/2 (1992) 65-77

KIRCHNER, A.; KIRCHNER, J.-H.; KLIEM, M. UND MÜLLER, J.M.: Räumlich-ergonomische Gestaltung (Handbuch). Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz, Forschung Fb 632. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW (1990)

KURS '90: Kundenfreundliches Reise-, Informations- und Verkaufssystem der 90er Jahre (KURS '90) anwenden. Z ZA Mainz - P 23 - Basa: 9 54 - 17 51 (1989)

LAUREL, B. (ED.): The Art of Human-Computer Interface Design. Addison-Wesley, Reading, Mass. (1990)

LAUREL, B.: Computers as Theatre. Addison-Wesley, Reading, Mass. (1990)

LEONARD, F.S.: The case of the quality crusader. Harvard Business Review, May-June (1988) 12-20

LUNDELL, J. AND WILLIAMS, D.: Integrating QFD into software development: A case study. In: SMITH, M. AND SALVENDY, G. (Eds.): Human-Computer Interaction: Applications and Case Studies. Elsevier, Amsterdam (1993) 404-409

MAAß, S.: Software-Ergonomie - Benutzer- und aufgabenorientierte Systemgestaltung. Informatik-Spektrum, 16/4 (1993) 191-205

MACKAY, H. B.: Humanize your selling strategy. Harvard Business Review, March-April (1988) 36-47

MAI, C.: Quality Function Deployment (QFD). In: Handbuch Qualitätstechnik, 14. Nachlieferung 5 (1994)

MALORNY, CH UND KASSEBOHM, K.: Brennpunkt TQM: rechtliche Anforderungen, Führung und Organisation, Auditierung und Zertifizierung nach DIN 9000 ff. Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart (1994)

MANSER, J.A.: Fachstelle für behindertengerechtes Bauen, persönliche Mitteilung, (1987)

MARCUS, A.: Graphic Design for Electronic Documents and User Interfaces. ACM Press, New York (1992)

MARTIN, G. L.: Configuring a numeric keypad for a touch screen. Ergonomics, 31/6, (1988) 945-953

MCCORMICK, E.J. UND SANDERS, M.S.: Human factors in engineering and design. McGraw-Hill Book Company, New York (1987) (6. Auflage)

MINISTRY OF DEFENCE: Human Factors Guidelines for the Design of Computer-Based Systems (Parts 1 to 6). HUSAT Research Centre, Loughborough University of Technology, Loughborough (1988)

MINKOFF, D: Quality: Participation plus Change. In:HERTIS Information and Research: Total Quality Management. The Information Business: Key Issues 92. Univerity of Herfordshire Press, Hatfield (1993)

NAKASEKO, M.; GRANDJEAN, E.; HÜNTING, W. AND GIERER, R.: Studies on ergonomically designed alphanumeric keyboards. Human Factors, 27, (1985) 175-187

NICHOLLS, J. E.: Programming the end user. In SHACKEL, B. (Ed.): Man-Computer Communication. Infotech State of the Art Report Vol. 2. Maidenhead: Infotech International (1979)

NIELSEN, J. (ED.): Designing user interfaces for international use. Advances in Human Factors/Ergonomics; Vol. 13. Elsevier, Amsterdam (1990)

NIELSEN, J.: Usability Engineering. Academic Press, San Diego (1993)

NISI, H.-J.: Zufriedene Kunden - der Massstab für Qualität. In: WARNECKE, H.J. UND BULLINGER, H.-J.: Qualitätsmanagement und Zertifizierung für Softwareerstellung und Dinstleistungsproduktion. IPA-IAO-FhG Forschung und Praxis. Band 40, Springer Verlag, Berlin (1993)

NORMAN, D. A. AND FISHER, D.: Why alphabetic keyboards are not easy to use: Keyboard layout doesn't much matter. Human Factors, 24/5, (1982) 509-519

NORMAN, D. A.: The Psychology of Everyday Things; Basic Books (1988)

NUSSBAUM, B. AND NEFF, R.: 'I can't work this thing!' Business Week (April 29, 1991) 36-41

OPPERMANN, R., ET AL.: Evaluation von Dialogsystemen. Der software-ergonomische Leitfaden EVADIS. De Gruyter, Berlin (1988)

ORWELL, G.: Nineteen Eighty-Four. Martin Secker & Warburg, London (1949)

PSYCHOLOGISCHER DIENST DER SBB: Kunden und Billettautomat CST 40 (1978)

PSYCHOLOGISCHER DIENST DER SBB: Kunden und Billettautomaten (1979)

RAUTERBERG, M.: Lässt sich Gebrauchstauglichkeit interaktiver Software messen? Und wenn ja, wie? Ergonomie und Informatik (Mitteilungen des Fachausschusses 2.3 der Gesellschaft für Informatik (GI)) 16 (1992) 3-18

RAUTERBERG, M; STROHM, O. UND KIRSCH, C.: Benefits of user-oriented software development based on an iterative cyclic process model for simultaneous engineering. International Journal of Industrial Ergonomics, 16 (1995) 391-410

RAUTERBERG, M.: Ein Konzept zur Quantifizierung software-ergonomischer Richtlinien. Institut für Arbeitspsychologie der ETH Zürich, Zürich (1995)

RAVDEN, S. J. UND JOHNSON, G. I.: Evaluating usability of Human-Computer Interfaces: A Practical Method. Ellis Horwood Limited, Cichester (1989)

REINIG, H.-J. UND ARNOLD, W.: Benutzerfreundlichere Information an Fahrausweisautomaten im Verkehrs- und Tarifverbund Stuttgart (VVS). Verkehr und Technik 8 (1983b) 278-284

REINIG, H.-J. UND WERGLES, K.: Neue Wege der Fahrgastinformation: Benutzerfreundliche Automaten. Der Nahverkehr 3 (1984) 10-14

REINIG, H.-J.: Benutzerfreundliche Fahrkartenautomaten setzen sich allgemein durch. Mitteilungen des Fraunhofer-Instituts für Informations- und Datenverarbeitung Karlsruhe (FhG-Berichte) 3/4 (1986) 17-19

REINIG, H.-J.: Ein benutzerfreundlicher Fahrkartenautomat: ergonomische Grundlagen und ihre Umsetzung in die Praxis. Mitteilungen des Fraunhofer-Instituts für Informations- und Datenverarbeitung Karlsruhe (FhG-Berichte) 2 (1983a) 17-20

REINIG, H.-J.: persönliche Mitteilung (24. September 1987)

ROYCE, W.W.: Managing the Development of Large Software Systems:Concepts and Techniques. Proceedings of IEEE WESTCON (1970) 1-9

RUDINGER, G.: Ich kann mich gar nicht entscheiden - ist alles so schön bunt hier. fairkehr, 5, 1991 (16-21)

RUDD, J.; STERN, K. AND ISENSEE, S.: Low vs. High-Fidelity Prototyping Debate. interactions 3/1 (1996) 76-85

SALVENDY, G. (ED.): Handbook of Human Factors. J. Wiley & Sons, New York (1987)

SANDERS, E. B.-N.: Product development research for the 1990's. In: Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 37th Annual Meeting (1993) 422-426

SCHMIDTKE, H.: Lehrbuch der Ergonomie. Carl Hauser Verlag, München (1981) (2. Auflage)

SCHÖNSLEBEN, P.: Umfassendes Qualitätsmanagement in Unternehmen. Ein Überblick. Vorlesungsskript, Betriebswissenschaftliches Institut BWI der Eidgenössischen Technischen Hochschule ETH Zürich (1997)

SEARS, A.: Improving touchscreen keyboards: design issues and a comparison with other devices. Interacting with Computers, 3/3, (1991) 253-269

SHACKEL, B.: Usability - Context, Framework, Definition, Design and Evaluation. In: SHACKEL, B. UND RICHARDSON, S. J. (EDS.): Human Factors for Informatics Usability. Cambridge University Press, Cambridge (1991)

SHAPIRO, B.P.: What the hell is 'Market Oriented'? Harvard Business Review, November-December (1988) 119-125

SHNEIDERMAN, B.: Designing the User Interface. Strategies for Effective Human-Computer Interaction. Addison-Wesley, Reading, Mass. (1992)

SHNEIDERMAN, B.: Direct Manipulation: A Step beyond Programming Languages. IEEE Comput. 16/8 (1983) 57-69

SIMON, A.: Der kontinuierliche Verbesserungsprozess - Idee, Konzept, Abgeltung, Abgrenzung. angewandte Arbeitswissenschaft 142 (1994), S. 54-75

SMITH, D.C.; IRBY, C.; KIMBALL, R.; VERPLANK, B. AND HARSLEM, E.: Designing the Star User Interface. Byte 7/4 (1982)

SMITH, S. L. AND MOSIER, J. N.: Guidelines for designing user interface software. The MITRE Corporation (MTR-10090 ESD-TR-86-278), Bedford, Massachusetts (1986)

STEIGER, P. UND ANSEL SUTER, B.: Minelli Schlussbericht. UBILAB Technical Report 94.10.1, Zürich (1994)

STULZER, W.; KRUEGER, H. UND KRUEGEL-DURBAND, R.: Software Ergonomics Creeps up to the Public. Interchi'93 Conference on Human Factors in Computing Systems, Amsterdam (1993)

SUN MICROSYSTEMS, INC.: OPEN LOOK™. Graphical User Interface Application Style Guidelines. Addison-Wesley, Reading, Mass. (1990)

TULLIS, T.S.: Predicting the usability of alphanumeric displays Teil-Dissertation, Rice University; Houston, Texas (1983)

ULICH, E.: Arbeitspsychologie. Verlag der Fachvereine, Zürich (1991)

VAN NES, F.L.; JUOLA, J.F. UND MOONEN, R.J.A.M.: Attraction and distraction by colours on displays. Human-Computer-Interaction - INTERACT'87, Elsevier Science Publishers B.V. (North Holland); IFIP (1987)

VERHOEF, L.W.M.: Using a ticket vending machine: A perceptual model. In: OBORNE, D.J. (Editor): Contemporary Ergonomics 1986, London, (1986) 173-177

WALSH, J. M.: Customer expectations, perceptions and satisfaction ... Measurement methods. In: Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 37th Annual Meeting (1993) 432-434

WHITNEY, D. E.: Manufacturing by Design. Harvard Business Review, July-August (1988) 83-91)

WIKLUND, M. E. (ED.): Usability in Practice. How Companies develop User-Friendly Products. Academic Press Professional, London (1994).

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. UND ROOS, D.: Die zweite Revolution in der Autoindustrie. Konsequenzen aus der weltweiten Studie des Massachusetts Institute of Technology. Campus, Frankfurt/M. (1991)

YOUNGER, A.: What is quality? In:HERTIS Information and Research: Total Quality Management. The Information Business: Key Issues 92. Univerity of Herfordshire Press, Hatfield (1993)

ZURWELLE, D. W.: The user as partner in the product development process. In: Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 37th Annual Meeting (1993) 435-437

Lebenslauf

Geboren am 22. Juli 1961 in Winterthur, als Bürger von Feldis GR.

1968 - 1977
Besuch der Primar- und Sekundarschule in Wiesendangen.

1977 - 1981
Besuch der Kantonsschule Im Lee, Winterthur (ZH).

1981
Abschluss mit Matura Typ C (mathematisch-naturwissenschaftlich) im September.

1982 - 1986
Studium der Biologie an der Abteilung XA (Naturwissenschaft/Biologie) der ETH Zürich.

1986
Abschluss mit Diplom im Oktober an der Abteilung XAb (Verhaltenswissenschaften). Diplom in den Fächern Anatomie und Physiologie, Pharmakologie, Kognition und Verhalten, Physiologie des Verhaltens und Biomedizinische Technik. Diplomarbeit mit dem Titel "Blutflussmessung in vivo und in vitro mit NMR" am Institut für Biomedizinische Technik (Prof. Dr. M. Anliker und PD Dr. P. Bösiger).

1987 - 1997
Promotionsarbeit am Institut für Hygiene und Arbeitsphysiologie (IHA) der ETH Zürich bei Prof. Dr. Dr. H. Krueger. Tätigkeit als Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Betreuung von Studenten- und Doktorarbeiten. Beratungstätigkeit in der Industrie für das Institut im Bereich Gestaltung von Benutzungsoberflächen, Entwicklung von benutzungsfreundlichen Programmen und Prüfung der Benutzungsfreundlichkeit von Hard- und Software.

seit 1991
Lehrbeauftragter an der ETH Zürich. 1991 - 1994 im Rahmen des Praktikums der Abteilung XAb, seit 1994 an der Abteilung IIIC („Methoden der benutzungsorientierten Software-Evaluation").

1991 - 1996
Leiter der Forschungsgruppe "Dialoggestaltung" am IHA.

seit 1993
Aufbau des Usability-Labors der ETH Zürich im Technopark Zürich, seit dessen Eröffnung 1994 Leiter des Labors. Durchführung verschiedener Beratungsprojekte für die Industrie im Labor.

seit 1997
Leiter der Arbeitsgruppe „ergonomie & technologie" des IHA im Technopark.